

TNO Inro

Memorandum

Nederlandse Organisatie voor  
toegepast-natuurwetenschappelijk  
onderzoek / Netherlands Organisation  
for Applied Scientific Research



**Aan**  
Maastricht Aachen Airport  
T.a.v. de heer Drs. J.J.M. Tindemans,  
Algemeen directeur

**Van**  
Mw. Drs. W. Passchier-Vermeer  
Drs. J.E.F. van Dongen

**Onderwerp**  
Relaties tussen geluidsbelasting door vliegverkeer en geluidhinder in de omgeving  
van Maastricht Aachen Airport

## Inleiding

In verband met de definitieve aanwijzing van de huidige noord-zuidbaan van de luchthaven Maastricht Aachen Airport (MAA) en de daarbij behorende MER procedure is in opdracht van de directie van de luchthaven in het najaar van 2002 door TNO Inro onderzoek verricht naar de beleving van het geluid door vliegverkeer. Begin 2003 is hierover gerapporteerd in TNO Inro rapport 2002-65 (Beleving van geluid rond de luchthaven Maastricht Aachen Airport, auteurs J.E.F. van Dongen, H. Vos). Doel van het onderzoek was inzicht te verkrijgen in de mate waarin de omwonende burgers van de luchthaven geluidhinder ondervinden die met name door de kleine luchtvaart wordt veroorzaakt. Speciaal ging het daarbij om het baangebruik en om het circuitvliegen door kleine lesvliegtuigen. Aan de hand van een mondeling afgenomen enquête onder omwonenden van de luchthaven is de beleving door omwonenden van het vliegverkeer onderzocht. Het koppelen van de geluidhinder aan de geluidsbelasting vormde geen onderdeel van het onderzoek. Het aantal personen dat de enquête heeft ingevuld bedroeg 309. Deze respondenten vormen een representatieve steekproef van de populatie in het gebied waar lesvluchten worden uitgevoerd. Door de wijze van steekproeftrekking achten we de geluidsbelastingen van de respondenten zowel van de kleine luchtvaart als van de grote luchtvaart representatief voor de bevolking in het onderzochte gebied rond MAA.

In vervolg op de eerdere opdracht is door MAA aan TNO Inro gevraagd om dosis-response relaties vast te stellen. Hiertoe is op basis van de 309 zes-cijferige postcode- en huisnummers van de respondenten een plaatsbepaling in Rijks Driehoek Coördinaten uitgevoerd. In opdracht van MAA zijn op basis van deze coördinaten door Adecs Airinfra bv geluidsbelastingsgegevens van de 309 respondenten berekend. Het betreft de volgende geluidbelastingen, die later gedefinieerd zullen worden:

- *Lden* (in dB(A)) voor het jaar 2002, gebaseerd op alle vliegverkeer
- *DNL* (in dB(A)) voor het jaar 2002, gebaseerd op alle vliegverkeer
- *BKL* (in dB(A)) voor het jaar 2002, gebaseerd op het kleine vliegverkeer

Deze geluidsbelastingsgegevens zijn gekoppeld aan de antwoorden op vragen uit de enquête.

Schoemakerstraat 97  
Postbus 6041  
2600 JA Delft

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T 015 269 68 29  
F 015 262 43 41  
[inro@inro.tno.nl](mailto:inro@inro.tno.nl)

**Datum**  
31 juli 2003

**Onze referentie**  
03-6M-101-64002

**E-mail**  
[w.passchier@inro.tno.nl](mailto:w.passchier@inro.tno.nl)

**Doorkiesnummer**  
015 269 47 38

**Doorkiesfax**  
015 262 43 41

**TNO Inro**  
Instituut voor Verkeer en Vervoer,  
Logistiek en Ruimtelijke  
Ontwikkeling



In dit briefrapport worden allereerst de gebruikte gegevens gepresenteerd, waarna een overzicht wordt gegeven van de geluidsbelastingen van de respondenten. Vervolgens worden stapsgewijs de uitgevoerde analyses en hun resultaten beschreven. In de discussie wordt ingegaan op de betekenis van de verkregen resultaten en worden de resultaten kort vergeleken met resultaten uit ander onderzoek. Het briefrapport wordt afgesloten met een conclusie. In bijlage A zijn de gebruikte vragen uit de enquête opgenomen.

Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
2

## Gebruikte gegevens

De gebruikte maten voor de geluidbelasting door vliegverkeer zijn als volgt gedefinieerd:

- *Lden* (dag-avond-nachtniveau, in het Engels d(ay) e(vening) n(ight) level)): het equivalente geluidniveau over 24 uur, waarbij de niveaus tussen 19 en 23 uur met 5 dB(A) en de niveaus tussen 23 en 07 uur met 10 dB(A) zijn verhoogd. De bepaling van *Lden* wordt verricht over een kalenderjaar, in het huidige onderzoek over het jaar 2002, en heeft betrekking op alle vliegtuigen
- *DNL* (dag-nachtniveau, in het Engels d(ay) n(ight) level)): het equivalente geluidniveau over 24 uur, waarbij de niveaus tussen 22 en 07 uur met 5 dB(A) zijn verhoogd. De bepaling van *DNL* wordt verricht over een kalenderjaar, in het huidige onderzoek over het jaar 2002, en heeft betrekking op alle vliegtuigen
- *BKL* (Belasting Kleine Luchtvaart): het equivalente geluidniveau over 24 uur, waarbij de niveaus tussen 19 en 23 uur met 5 dB(A) en de niveaus tussen 23 en 07 uur met 10 dB(A) zijn verhoogd. De bepaling van *BKL* wordt verricht over een kalenderjaar, in het huidige onderzoek over het jaar 2002, en heeft betrekking op alle landende en opstijgende vaste-vleugel luchtvaartuigen met schroefaandrijving en een toegelaten totaal massa die hoger is dan 390 kg doch niet hoger dan 6000 kg. Bij de bepaling van *BKL* wordt het aantal vliegtuigbewegingen op zater-, zon- en feestdagen in de drukste zes maanden van het jaar vermenigvuldigd met een factor 5.

De volgende vragen met betrekking tot geluidhinder zijn gebruikt (zie bijlage A):

- Vraag 11.e: hinder door vliegverkeer in de lucht. Deze vraag is gekoppeld aan *Lden* en *DNL*
- Vraag 28.d: hinder door lesvliegtuigen (d.w.z. vliegtuigen die rondjes (circuits) vliegen). Deze vraag is gekoppeld aan *BKL*
- Vraag 30.5: hinder het meest veroorzaakt door het telkens rondjes (circuits) draaien. Het antwoord op deze vraag is niet gekoppeld aan een geluidsbelastingsmaat, maar is onderzocht op de invloed op het verband tussen vraag 11.e en *Lden*
- Vragen 28.a, 28.b. en 28.c: hinder door grote vliegtuigen. De antwoorden op deze vragen zijn niet gekoppeld aan een geluidsbelastingsmaat, maar zijn onderzocht op de invloed op het verband tussen vraag 28.d en *BKL*.



Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
3

Voor de beantwoording van vragen naar hinder is een 11-puntschaal gehanteerd met aan de ene kant van de schaal 'helemaal niet hinderlijk' (klasse 0) en aan de andere kant 'heel erg hinderlijk' (klasse 10). Conform een conventie die internationaal is gegroeid, wordt aangehouden dat vanaf het 72/100 deel van een schaal (in dit geval een 11-puntsschaal) sprake is van ernstige hinder, vanaf het 50/100 deel van hinder (inclusief ernstige hinder), en vanaf het 28/100 deel van enige hinder (inclusief hinder en ernstige hinder). Het percentage respondenten met ernstige hinder wordt aangegeven met %HA (% Highly Annoyed), het percentage met ten minste hinder met %A (% Annoyed), en het percentage met ten minste enige hinder met %SA (% Somewhat Annoyed). Als een bron niet door de respondenten werd waargenomen (de categorie 'niet van toepassing'), is aangenomen dat 'helemaal geen hinder' (klasse 0) door deze bron werd ondervonden.

De 309 respondenten zijn met betrekking tot hun woonadres in de volgende drie zones ingedeeld:

- 50BKL, dit is de 50BKLzone plus 500 meter daarbuiten (78 respondenten)
- circuitzone (79 respondenten)
- buitenzone (152 respondenten)

## Resultaten geluidsbelastingen

In figuur 1 zijn de cumulatieve verdelingen van de drie geluidsbelastingen per zone gegeven. Er is een grote overeenkomst tussen *Lden* en *DNL*. De correlatiecoëfficiënt tussen beide geluidsmaten is in dit onderzoek 0,999. De gemiddelde waarde van *Lden* is 46,3 dB(A), van *DNL* 46,5 dB(A). Dit zeer kleine verschil wordt veroorzaakt door het luchtverkeer tussen 19 en 23 uur. De correlatiecoëfficiënt van *BKL* en *Lden*, en van *BKL* en *DNL* zijn in dit onderzoek respectievelijk 0,280 en 0,286. Er is dus weinig verband tussen de geluidsbelasting door de grote en de kleine luchtvaart. De gemiddelde waarde van *BKL* is 33,7 dB(A).

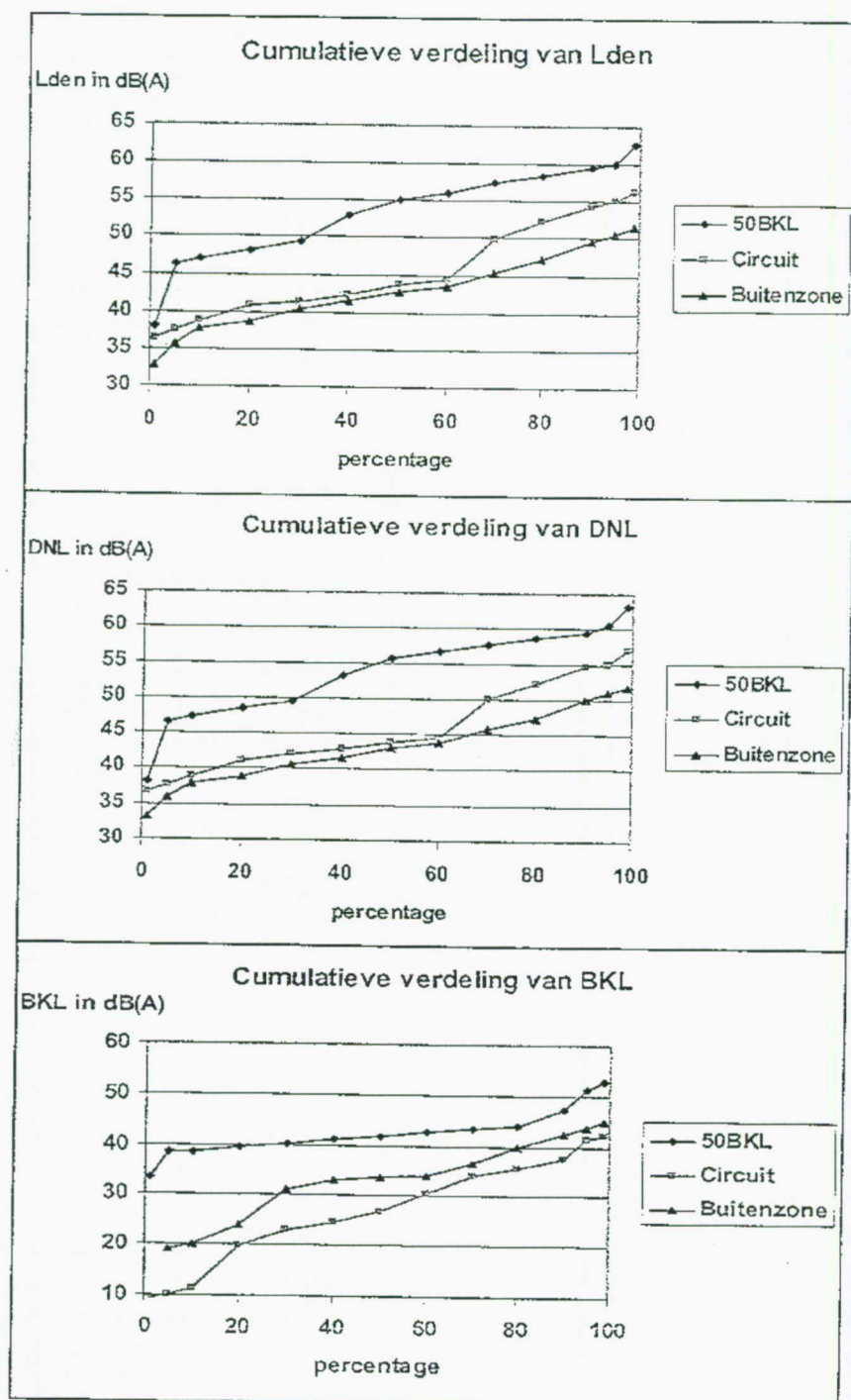
De respondenten in de 50BKLzone hebben een duidelijk hogere geluidsbelasting, zowel voor het grote als het kleine vliegverkeer, dan die in de beide andere zones. De respondenten uit de circuitzone hebben een wat lagere geluidsbelasting door de kleine luchtvaart en een iets hogere belasting door de grote luchtvaart dan de respondenten uit de buitenzone.



Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
4



**Figuur 1** Cumulatieve verdelingen van *Lden* (bovenste figuur), *DNL* (middelste figuur) en *BKL* (onderste figuur) voor drie zones: BKL50zone, circuitzone, en de buitenzone.



Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
5

**Tabel 1** Cumulatieve verdelingen van *Lden*, *DNL*, en *BKL* voor het jaar 2002 en voor de drie zones. Geluidsbelastingen in dB(A).

Zone	<i>Lden</i>			<i>DNL</i>			<i>BKL</i>		
	50BKL circuit buiten			50BKL circuit buiten			50BKL circuit buiten		
Aantal respondenten	78	79	152	78	79	152	78	79	152
Gemiddeld niveau	54	46	43	54	46	43	42	27	33
minimum	38	36	33	38	37	33	33	9	0
1	38	36	33	38	37	33	33	9	0
5	46	38	36	47	38	36	38	10	19
10	47	39	38	47	39	38	39	11	20
20	48	41	39	48	41	39	40	20	24
30	49	41	41	49	42	41	40	23	31
40	53	42	42	53	43	42	41	25	33
50	55	44	43	56	44	43	42	27	34
60	56	44	44	57	44	44	43	31	34
70	57	50	45	58	50	46	44	34	37
80	58	52	47	59	52	47	44	36	40
90	59	54	50	59	55	50	47	38	42
95	60	55	51	61	55	51	51	42	44
99	63	56	51	63	57	52	53	42	45
maximum	63	56	52	63	57	52	53	42	45

In *Lden* zit naast de geluidsbelasting door de grote luchtvaart ook een bijdrage van de geluidsbelasting door de kleine luchtvaart. Deze bijdrage is geschat op *BKL*-2 dB(A). Er wordt van *BKL* 2 dB(A) afgetrokken, omdat de geluidsbelasting van de kleine luchtvaart gedurende de helft van de weekends en feestdagen met 5 dB(A) wordt verhoogd om *BKL* te bepalen. De geluidsbelasting door de grote luchtvaart (*Lgrlv*) is uit *Lden* en *BKL* -2 geschat door deze waarden exponentieel af te trekken. Vervolgens is voor de 309 respondenten het verschil bepaald tussen *Lden* en *Lgrlv*. *Lgrlv* ligt gemiddeld 0,5 dB(A) onder *Lden*. In 24 van de 309 gevallen is *Lgrlv* meer dan 2 dB(A) kleiner dan *Lden*. *Lgrlv* ligt maximaal 3,9 dB(A) onder *Lden*. *Lden* wordt dus voornamelijk bepaald door het vliegverkeer van grote vliegtuigen.

### Relaties tussen geluidsbelasting en geluidhinder

De relaties tussen een maat voor de vliegtuiggeluidsbelasting en de geluidhinder zijn verkregen met behulp van multi-variate regressie-analyses volgens de methode van de kleinste kwadraten. Er is, afhankelijk van de gekozen nulhypothese, één- of tweezijdig getoetst met  $\alpha \leq 0.05$ . Multi-variate regressiemodellen hebben de volgende vergelijking:

$$y = a + b1 \cdot x1 + b2 \cdot x2 + b3 \cdot x3,$$

met 'y' de afhankelijke variabele (%HA, %A, %SA), 'a' een constante, 'x1' tot 'x3' de onafhankelijke variabelen, 'b1' tot 'b3' de coëfficiënten van de onafhankelijke variabelen. Daarbij is x1 een geluidsbelastingsmaat (b.v. *Lden*), x2 het kwadraat van



een geluidsbelastingsmaat ((b.v.  $Lden^2$ ),  $x_3$  een variabele die statistisch significant bijdraagt aan de verklaring van een model.

Datum

31 juli 2003

Onze referentie

03-6M-101-64002

Blad

6

### Stap 1

Voor elke combinatie van een percentage gehinderde respondenten (b.v. %HA) en een geluidsbelastingsmaat (b.v.  $Lden$ ) zijn drie mogelijkheden onderzocht:

1.  $x_1 = Lden$ ,  $x_2 = Lden^2$
2.  $x_1 = Lden$
3.  $x_1 = Lden^2$

Daarbij is nagegaan of bij invoering van één of twee geluidsbelastingsmaten de coëfficiënt(en) statistisch significant zijn. Als zowel de coëfficiënt van  $x_1$  als  $x_2$  statistisch significant is (mogelijkheid 1), dan is het model beter dan wanneer bij invoering van één variabele de coëfficiënt significant is. In dat geval is alleen mogelijkheid 1 verder in de analyses en grafische presentaties meegenomen. In de figuren 2, 3, en 4 zijn de percentages respondenten met hinder (%HA, %A, en %SA) uitgezet als functie van  $Lden$ ,  $DNL$ , en  $BKL$ . Uit de figuren blijkt dat voor de relaties tussen %HA en  $Lden$ , en tussen %HA en  $DNL$  mogelijkheid 1 gebruikt kan worden, en in alle andere combinaties er wel bij de enkelvoudige invoering van een geluidsmaat statistisch significante verbanden zijn, maar combinaties niet tot significante coëfficiënten leiden.

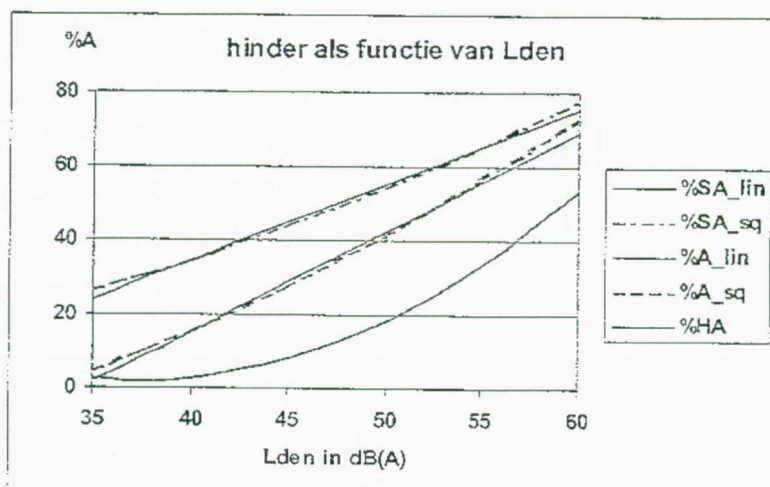
Hoewel er weinig verschil zichtbaar is tussen de lineaire en kwadratische functies, is statistisch gezien de fit met de kwadraten van de geluidsbelastingsmaten iets beter dan met de maten zelf. Derhalve geven we in tabel 2 de coëfficiënten van de regressie-vergelijkingen met het kwadraat van de geluidsbelasting als onafhankelijke variabele.



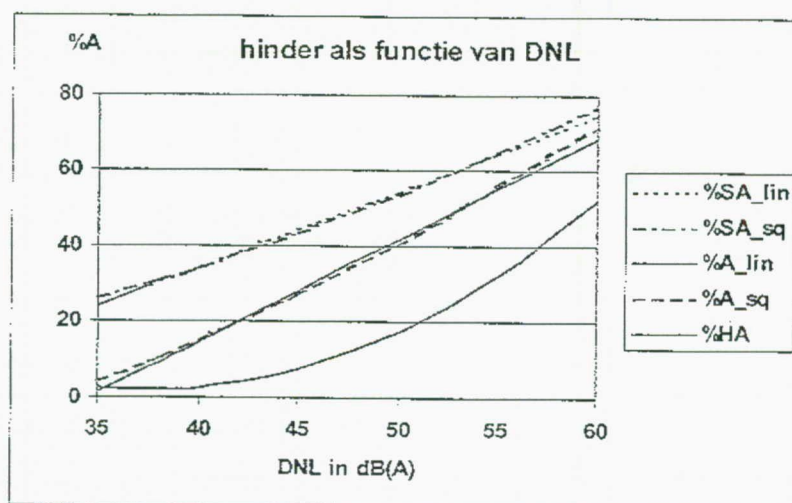
Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
7



**Figuur 2** Percentage ernstig gehinderde personen (%HA), percentage ten minste gehinderde personen (%A\_lin, als in het model het percentage als lineaire functie van *Lden* gekozen is, %A\_sq als in het model het percentage als kwadratische functie van *Lden* gekozen is), en het percentage ten minste enigszins gehinderde personen (%SA\_lin, als in het model het percentage als lineaire functie van *Lden* gekozen is, %SA\_sq als in het model het percentage als kwadratische functie van *Lden* gekozen is) als functie van *Lden*. Hinder bepaald uit vraag 11.e.



**Figuur 3** Percentage ernstig gehinderde personen (%HA), percentage ten minste gehinderde personen (%A\_lin, als in het model het percentage als lineaire functie van *DNL* gekozen is, %A\_sq als in het model het percentage als kwadratische functie van *DNL* gekozen is), en het percentage ten minste enigszins gehinderde personen (%SA\_lin, als in het model het percentage als lineaire functie van *DNL* gekozen is, %SA\_sq als in het model het percentage als kwadratische functie van *DNL* gekozen is) als functie van *DNL*. Hinder bepaald uit vraag 11.e.





Datum

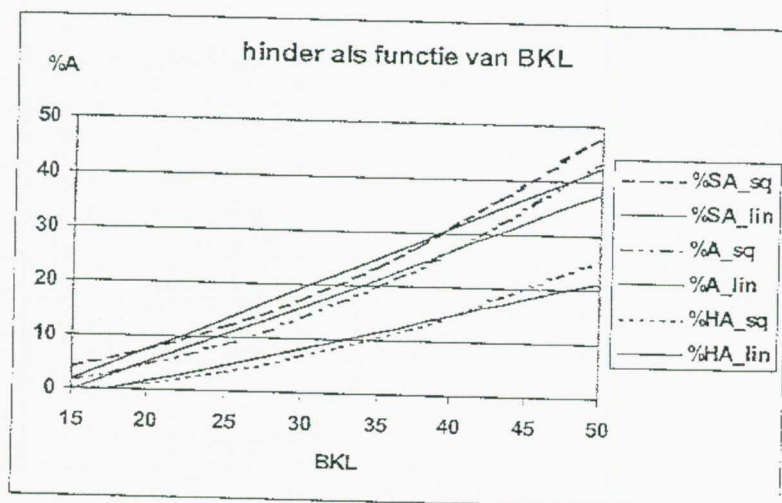
31 juli 2003

Onze referentie

03-6M-101-64002

Blad

8



**Figuur 4** Percentage ernstig gehinderde personen (%HA), percentage ten minste gehinderde personen (%A), en het percentage ten minste enigszins gehinderde personen (%SA) als functie van  $L_{den}$ . %X<sub>lin</sub>, als in het model het percentage als lineaire functie van  $BKL$  gekozen is, %X<sub>sq</sub> als in het model het percentage als kwadratische functie van  $BKL$  gekozen is. Hinder bepaald uit vraag 28.d.

**Tabel 2** Coëfficiënten van de regressievergelijkingen van percentages hinder (%HA, %A, %SA) als functie van de geluidsbelastingsmaten  $L_{den}$ ,  $DNL$ ,  $BKL$ .

Coëfficiënten en constanten	%HA	%A	%SA
Constante	138.59	-30.48	0.07
$L_{den}^2$	0.0986	0.0287	0.0216
$L_{den}$	-7.341		
Constante	141.75	-30.54	0.35
$DNL^2$	0.0991	0.0284	0.0213
$DNL$	-7.441		
Constante	-3.54	-2.51	-0.02
$BKL^2$	0.0116	0.0183	0.0192

### Stap 2

In deze stap is nagegaan of de geluidhinder door vliegtuigen in de lucht (vraag 11.e) zowel afhangt van  $L_{den}$  als van de zone waarin respondenten wonen. Dat bleek niet het geval te zijn. Ook de geluidhinder door lesvliegtuigen (vraag 28.e) hangt niet zowel van  $BKL$  als van de zone af.

### Stap 3

In deze stap is nagegaan of de geluidhinder door vliegtuigen in de lucht (vraag 11.e) zowel afhangt van  $L_{den}$  als van de geluidsbelasting aan kleine vliegtuigen ( $BKL$ ). Allereerst is daarbij naast  $L_{den}^2$  (en in het geval van %HA naast  $L_{den}$  en  $L_{den}^2$ )  $BKL$  eveneens als onafhankelijke variabele ingevoerd. In geen van de drie gevallen (met respectievelijk %HA, %A, en %SA als afhankelijke variabele) bleek de coëfficiënt van  $BKL$  statistisch significant te zijn. Ook het indelen van  $BKL$  in klassen en het





invoeren van daaruit af te leiden variabelen in de regressie-analyses leidde niet tot het aantonen van de mogelijkheid dat de geluidhinder volgens vraag 11.e mede bepaald wordt door de *geluidsbelasting* (in BKL) van de kleine luchtvaart.

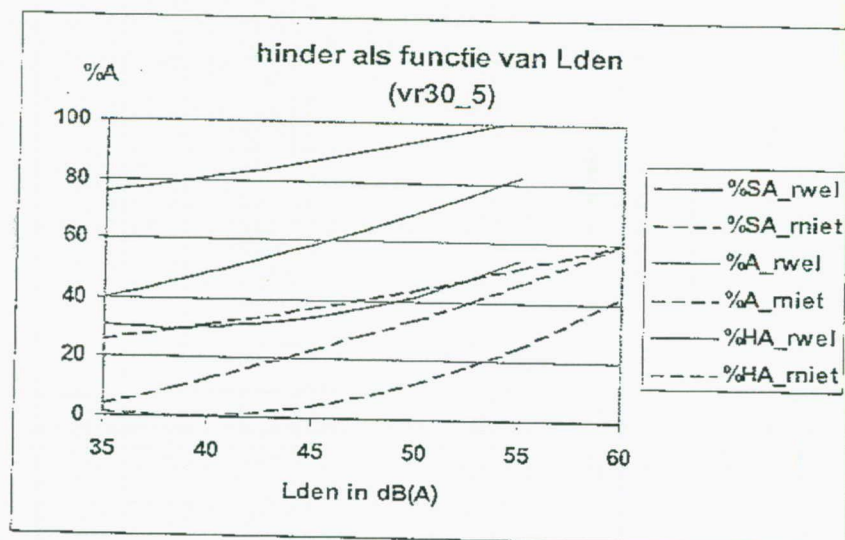
Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
9

#### Stap 4

In deze stap is nagegaan of de geluidhinder door vliegtuigen in de lucht (vraag 11.e) zowel verband houdt met *Lden* als met de door lesvluchten ervaren *geluidhinder*. Om het laatste te kwantificeren is gebruik gemaakt van vraag 30.5. Van de 309 respondenten vinden 47 dat het telkens rondjes vliegen bij lesvluchten de meeste geluidhinder veroorzaakt. Het blijkt dat zowel %HA, %A, als %SA hoger zijn als de respondenten van mening zijn dat het telkens rondjes vliegen bij lesvluchten de meeste geluidhinder veroorzaakt. Het resultaat is grafisch weergegeven in figuur 5. De curven voor de respondenten die van mening zijn dat het telkens rondjes vliegen de meeste geluidhinder veroorzaakt zijn tot 55 dB(A) gegeven, omdat bij die groep hogere waarden van *Lden* vrijwel niet voorkomen.



**Figuur 5** Percentage ernstig gehinderde personen (%HA), percentage ten minste gehinderde personen (%A), en het percentage ten minste enigszins gehinderde personen (%SA) als functie van *Lden*. %X\_rwel, is het percentage als personen rondjes vliegen bij lesvluchten het meest hinderlijk vinden (vraag 30.5), %X\_rniet is het percentage als personen rondjes vliegen niet het meest hinderlijk vinden (vraag 30.5). Hinder bepaald uit vraag 11.e.



Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
10

**Tabel 3** Coëfficiënten van de regressievergelijkingen van percentages hinder als functie van de geluidsbelastingsmaat *Lden*, en vraag 30\_5 (rondjesvliegen door lesvluchten) als dummy (bovenste deel tabel) of als effect modifierende variabele (onderste deel van tabel).

Coëfficiënten en constanten	%HA	%A	%SA
Constante	133.46	-24.33	8.67
<i>Lden</i> <sup>2</sup>	0.089	0.0234	0.0142
<i>Lden</i>	-6.905		
Constante vr30_5	29.36	35.51	49.67
Constante	120.90	-21.70	11.67
<i>Lden</i> <sup>2</sup>	0.0819	0.0221	0.0130
<i>Lden</i>	-6.271		
Coëfficiënt vr30_5	0.602	0.720	0.952

Uit het bovenste gedeelte van tabel 3 kan bijvoorbeeld worden afgelezen dat %HA voor de respondenten die rondjes vliegen het meest hinderlijk vinden ruim 29% (29.36%) hoger ligt dan %HA voor respondenten die rondjes vliegen niet het meest hinderlijk vinden. Voor %A en %SA zijn deze waarden respectievelijk 36 en 50%.

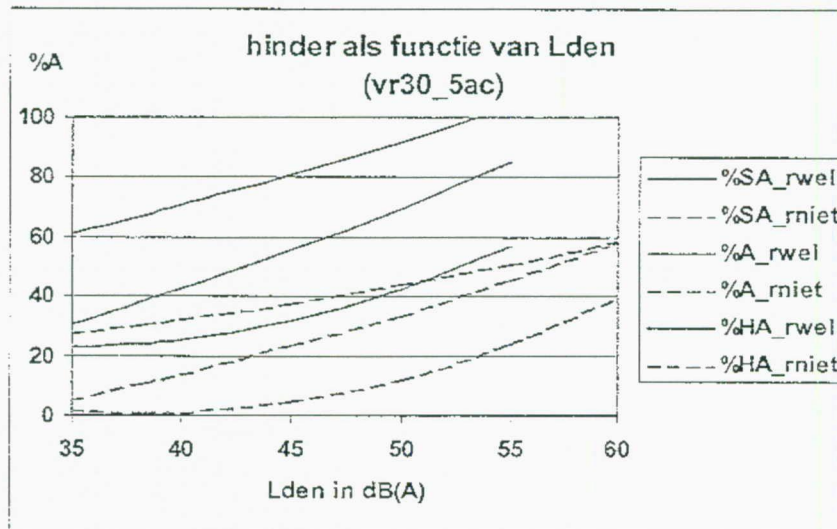
Vervolgens is nagegaan of het antwoord op vraag 30\_5 een effect modifierende variabele is. Dat betekent dat is nagegaan of het effect van het antwoord op vraag 30\_5 op de relatie tussen *Lden* en hinder afhangt van *Lden*. Dit blijkt het geval te zijn. Het resultaat is in het onderste gedeelte van tabel 3 gegeven. Uit de coëfficiënten van vr30\_5 blijkt bijvoorbeeld dat als *Lden* toeneemt van 35 tot 55 dB(A), dat dan %HA voor personen die rondjes vliegen niet het meest hinderlijk vinden toeneemt van 1,8 tot 22,9% (toename van 21%) en voor personen die rondjes vliegen wel het meest hinderlijk vinden van 23,8 tot 57,0 % (toename 33%). Het effect van vr30\_5 is dus groter naarmate *Lden* hoger ligt. Zie ook figuur 6. Voor %SA lopen de curven nog meer uit elkaar dan voor %HA.



Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
11



**Figuur 6** Percentage ernstig gehinderde personen (%HA), percentage ten minste gehinderde personen (%A), en het percentage ten minste enigszins gehinderde personen (%SA) als functie van *Lden*. %X\_rwel, is het percentage als personen rondjes vliegen het meest hinderlijk vinden (vraag 30.5), %X\_rniet is het percentage als personen rondjes vliegen niet het meest hinderlijk vinden (vraag 30.5). Hinder bepaald uit vraag 11.e.

#### Stap 5

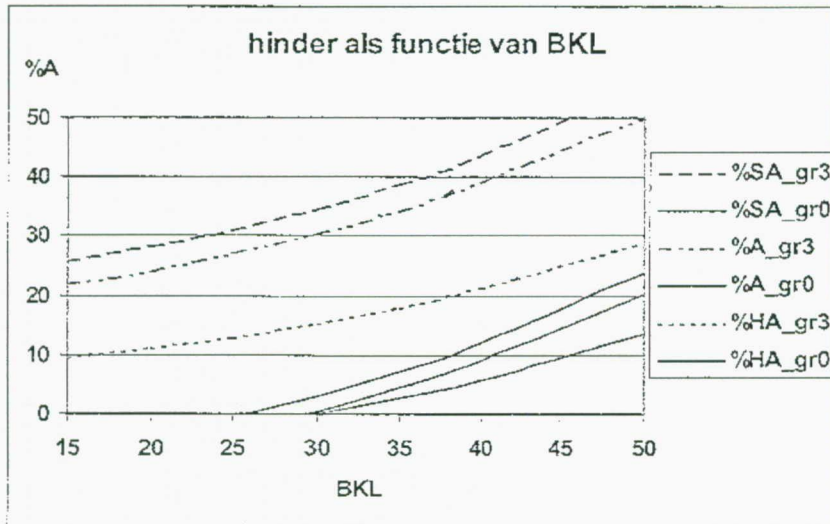
In deze stap is nagegaan of de geluidhinder door lesvliegtuigen (vraag 28.d) zowel verband houdt met *BKL* als met de door de grote luchtvaart ervaren *geluidhinder*. Om het laatste te kwantificeren is gebruik gemaakt van de vraag 28.a, 28.b en 28.c. Uit de drie scores is een gemiddelde hinderscore (vr28\_gr) bepaald. De score vr28\_gr varieert in principe van 0 tot en met 10. In de praktijk ligt het maximum op 9 en heeft 20% van de respondenten een gemiddelde score hoger dan 3. Het blijkt dat zowel voor %HA, voor %A als voor %SA de percentages toenemen als de gemiddelde hinderscore voor de grote luchtvaart toeneemt. Het resultaat is grafisch weergegeven in figuur 7. Daarbij zijn curven gegeven voor gemiddelde hinderscores ten gevolge van de grote luchtvaart van 0 en 3.



Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
12



**Figuur 7** Percentage ernstig gehinderde personen (%HA), percentage ten minste gehinderde personen (%A), en het percentage ten minste enigszins gehinderde personen (%SA) verkregen uit de hinderscore voor lesvliegtuigen (vraag 28.d), voor personen zonder hinder van grote vliegtuigen (\_gr0) en voor personen met hinder van grote vliegtuigen (\_gr3), als functie van *BKL*.

De regressievergelijking is in tabel 4 gegeven.

**Tabel 4** Coëfficiënten van de regressievergelijkingen van percentages hinder als functie van de geluidsbelastingsmaat *BKL*, en de gemiddelde hinderscore voor grote vliegtuigen (gemiddelde vraag 28.a, 28.b, en 28.c).

Coëfficiënten en constanten	%HA	%A	%SA
Constante	-7,76	-10,68	-8,67
$BKL^2$	0,00849	0,01236	0,01295
Vr28_gr	5,15	9,98	10,57

## Discussie

### Verkregen resultaten

Uit de diverse figuren blijkt zonder meer dat naarmate de geluidbelasting, hetzij door de grote luchtvaart, hetzij door het lesvliegen toeneemt de geluidhinder ook toeneemt. Zo blijkt bijvoorbeeld uit figuur 2 dat bij de laagste geluidbelastingen (ongeveer 35 dB(A)) er ongeveer 20% enigermate gehinderde respondenten zijn en vrijwel geen respondenten met een hogere hinderscore. Bij de hoogste geluidbelasting (ongeveer 60 dB(A)) zijn er 75% ten minste enigszins gehinderde respondenten, waaronder ruim 50% ernstig gehinderden. Ook de geluidhinder door het kleine vliegverkeer neemt sterk toe met de geluidbelasting: bij *BKL* van ongeveer 25 dB(A) is er ongeveer 10% enigermate gehinderde respondenten, waaronder de helft ernstig gehinderden, en dit





percentage neemt toe tot bijna 50%, waaronder weer ongeveer de helft ernstig gehinderden, bij *BKL* van 50 dB(A).

Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
13

Geconstateerd is dat de hinderscore van respondenten met betrekking tot een bepaald type vliegtuigen zowel samenhangt met de geluidsbelasting door dat type vliegtuig, maar ook van de hinderscore met betrekking tot het andere type vliegtuig. Daarbij spelen bij de verklaring van deze constatering de volgende aspecten een rol:

- er is een onderlinge samenhang in de scores van respondenten. De ene respondent heeft 'van nature' de neiging om scores in de hogere gedeelten van schalen te geven, en andere respondenten scoren veelal in de lagere gedeelten van schalen
- er is interactie tussen de hinder door het ene type luchtvaart op de hinder van het andere type luchtvaart. De hinder door het ene type luchtvaart neemt toe naarmate er hinder wordt ondervonden door het andere type luchtvaart.

Beide aspecten spelen in de huidige uitkomsten waarschijnlijk een rol. Het feit dat er sprake is van interactie blijkt uit de figuren 6 en 7. De huidige gegevens laten niet toe om hierover verdergaande uitspraken te doen.

Voor de praktijk is de belangrijkste vraag wat er in het onderzochte gebied op basis van de huidige onderzoeksresultaten verwacht zou moeten worden als baan 25-07 voor het kleine vliegverkeer zou worden opgeheven. Daarbij zijn twee aspecten van belang:

1. de verandering in *Lden* door de afname van het kleine vliegverkeer
2. welke relaties er (na enige gewoningstijd, b.v. een jaar) relevant zijn.

Ad 1. In de sectie 'resultaten geluidsbelastingen' is aangegeven dat voor de 309 respondenten geldt dat *Lgrvl* slechts incidenteel iets kleiner is dan *Lden*. Als baan 25-07 wordt opgeheven voor het kleine vliegverkeer, en daarmee de geluidsbelastingen worden gekenmerkt met *Lgrvl*, zal dit voor de geluidsbelasting van de respondenten niet veel uitmaken. Aangezien de groep respondenten wat betreft de geluidsbelasting aan zowel het grote als het kleine vliegverkeer naar verwachting een representatieve steekproef is van de bewoners in het onderzochte gebied geldt dit ook voor deze bewoners.

Ad 2. Er zou op basis van figuur 6 verondersteld kunnen worden dat als de hinder van het rondjes vliegen door lesvliegtuigen opgeheven is, de toekomstige geluidhinder in het onderzochte gebied dan overeenkomt met de in figuur 6 onderbroken gegeven curven. Dit gaat echter voorbij aan het feit dat de scores van respondenten een intrinsiek verband hebben. Daarom vormen deze onderbroken curven een soort ondergrens van wat te verwachten is. De werkelijke toekomstige hindercurven zullen boven de in figuur 6 gestippelde curven liggen. Anderszins zullen de werkelijke toekomstige hindercurven liggen onder de curven uit figuur 2: bij die curven is immers het effect van geluidhinder door de kleine luchtvaart verdisconteerd. In figuur 8 zijn de boven- en ondergrenzen van de werkelijk te verwachten hindercurven gegeven. Beneden 40 dB(A) zijn er geen verschillen, bij 60 dB(A) variëren de verschillen 13 in %HA, 15 in %A en 19 in %SA.



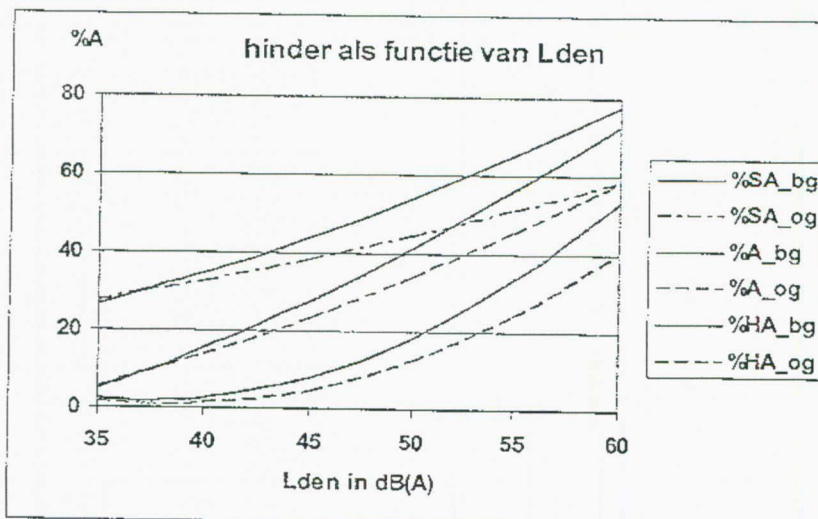
Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
14

Op basis van de verdeling van  $L_{den}$  in het onderzochte gebied, de dosis-respons relaties uit figuur 8, en het aantal bewoners in het onderzochte gebied kan een schatting gemaakt worden van de te verwachten maximale en minimale prevalentie van ernstige hinder, hinder, en enige hinder door de grote luchtvaart in het onderzochte gebied als baan 25-07 voor het kleine vliegverkeer zou worden opgeheven. De te verwachten maximale prevalentie in het onderzochte gebied is daarbij gelijk aan die in de huidige situatie.

Omdat de grote luchtvaart in de omgeving van MAA niet beperkt is tot het onderzochte gebied, dat vooral gekozen is vanwege het lesvliegen, moet verwacht worden dat geluidhinder door de grote luchtvaart ook buiten het onderzochte gebied voorkomt. Daarom zal naar verwachting de prevalentie van geluidhinder in de wijde omgeving van MAA groter zijn dan de hierboven geschetste schattingen.



Figuur 8 Bovengrenzen ( $\_bg$ ) en ondergrenzen ( $\_og$ ) van de werkelijk te verwachten relaties tussen hinder van de grote luchtvaart en  $L_{den}$ , als de hinder door rondjesvliegen van lesvliegtuigen opgeheven is.

#### Vergelijking met uitkomsten ander onderzoek

##### Gegevens Miedema en Oudshoorn (2001)

TNO Inro heeft de beschikking over een omvangrijk internationaal databestand KBV, dat is opgebouwd met gegevens over milieubelastingen en daaraan gekoppelde zelfgerapporteerde effecten. Het gaat om meer dan 70 000 respondenten in meer dan 100 studies die de afgelopen 30 jaar zijn uitgevoerd. Op basis van dit data-archief zijn dosis-effect relaties afgeleid voor onder meer geluidhinder en geur. De data hebben voornamelijk betrekking op grotere vliegvelden met relatief weinig klein vliegverkeer. In figuur 9 is een vergelijking van resultaten van het huidige onderzoek (figuur 2) en de curven opgesteld door Miedema en Oudshoorn (2001) gemaakt. Het model opgesteld door Miedema en Oudshoorn (2001) geldt vanaf 45 dB(A). Uit de vergelijking van beide sets curven blijkt dat de hinder rond MAA bij eenzelfde geluidsbelasting groter is dan volgens het model van Miedema en Oudshoorn.

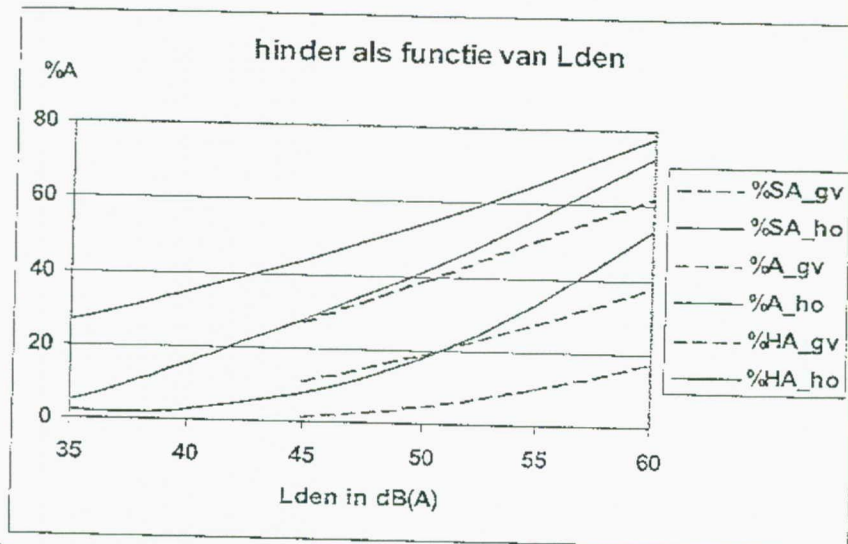




Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
15



**Figuur 9** Percentage ernstig gehinderde personen (%HA), percentage ten minste gehinderde personen (%A), en het percentage ten minste enigszins gehinderde personen (%SA) verkregen uit vraag 11.e als functie van *Lden*. %X\_ho is verkregen uit het huidige onderzoek, en %X\_gv is verkregen uit Miedema en Oudshoorn (2001).

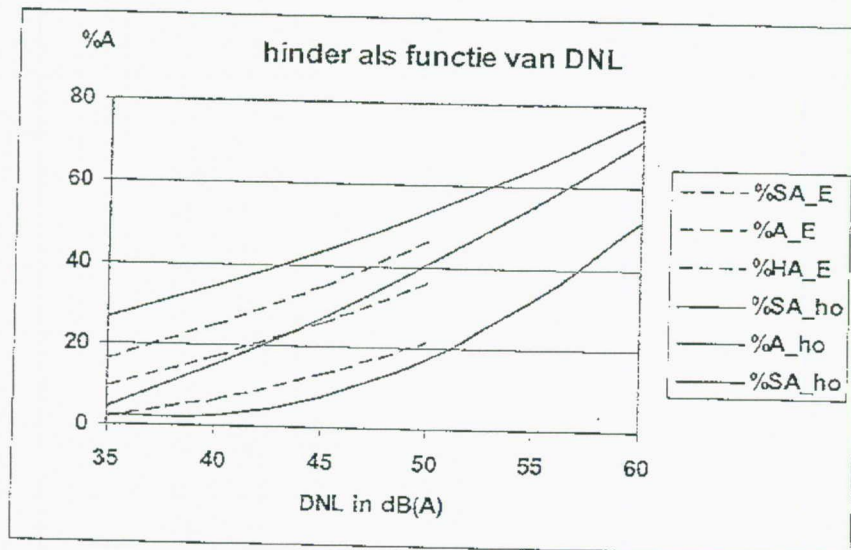
*Vergelijking met uitkomsten onderzoek Eelde (Dongen van, Steenbekkers, Vos, 1999)*  
Ten behoeve van een vergelijking van de uitkomsten van een onderzoek dat in 1999 is uitgevoerd in de omgeving van Groningen Airport Eelde zijn de gegevens over dit onderzoek op dezelfde wijze geanalyseerd als in het huidige onderzoek. De vragenlijst die in het onderzoek in de omgeving van de Luchthaven Eelde is gebruikt is vrijwel identiek aan de vragenlijst in het huidige onderzoek. De hier gebruikte vraag naar hinder van vliegverkeer in de lucht is identiek. Luchthaven Eelde onderscheidt zich van andere regionale luchthavens door het grote aantal lesvluchten (met veel circuitvluchten om het landen en opstijgen te oefenen). Er wordt voornamelijk met kleine vliegtuigen gevlogen. De geluidsbelastingen in het onderzoek rond Eelde zijn gegeven in *DNL*. Daarom worden de relaties tussen hinder en *DNL* uit het huidige onderzoek gebruikt voor een vergelijking. Het resultaat is in figuur 10 gegeven. Uit deze figuur blijkt een goede overeenkomst tussen de geluidhinder rond Eelde en rond MAA.



Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
16



Figuur 10 Vergelijking van resultaten uit het huidige onderzoek (ho) en die van onderzoek rond vliegveld Eelde (E) (onderbroken curven) (Bron: Dongen van JEF, Steenbekkers JHM, Vos H, 1999).

## Conclusie

Uit de analyses blijkt dat naarmate de geluidbelasting, hetzij door de grote luchtvaart, hetzij door het lesvliegen, toeneemt de geluidhinder ook toeneemt. Er bestaat een interactie tussen de hinder van de grote en kleine luchtvaart: de hinder van respondenten door een bepaald type luchtvaart (grote luchtvaart of lesvliegen) hangt niet alleen samen met de geluidsbelasting door dat type luchtvaart, maar ook van de hinder door het andere type luchtvaart.

Een vraag is wat er aan hinder in het onderzochte gebied in de omgeving van MAA verwacht moet worden als baan 25-07 voor het kleine vliegverkeer zou worden opgeheven. Daarbij spelen de volgende aspecten een rol:

1. de afname in *Lden* door de afname van het kleine vliegverkeer, bij gelijkblijvend groot luchtverkeer. In het voorgaande is aannemelijk gemaakt dat in het onderzochte gebied de geluidsbelasting (in *Lden*) slechts incidenteel iets omlaag zal gaan
2. welke relaties er (na enige gewenningstijd, b.v. een jaar) relevant zijn. In het voorgaande zijn bovengrenzen en ondergrenzen gegeven van de te verwachten hinder als het lesvliegen opgeheven is. De bovengrenzen zijn de voor de huidige situatie te verwachten geluidhinder van de grote luchtvaart, en de ondergrenzen zijn daar bij geluidsbelastingen beneden 40 dB(A) aan gelijk en verschillen 13% (HA), 15% (A), en 19% (SA) voor de hoogste belastingen.

Op basis van de verdeling van *Lden* in het onderzochte gebied, de vastgestelde dosis-respons relaties, en het aantal bewoners in het onderzochte gebied kan een schatting gemaakt worden van de te verwachten maximale en minimale prevalentie van ernstige



hinder, hinder, en enige hinder door de grote luchtvaart in het onderzochte gebied als baan 25-07 voor het kleine vliegverkeer zou worden opgeheven. De te verwachten maximale prevalentie in het onderzochte gebied is daarbij gelijk aan die in de huidige situatie.

Datum

31 juli 2003

Onze referentie

03-6M-101-64002

Blad

17

Omdat de grote luchtvaart in de omgeving van MAA niet beperkt is tot het onderzochte gebied, dat vooral gekozen is vanwege het lesvliegen, moet verwacht worden dat geluidhinder door de grote luchtvaart ook buiten het onderzochte gebied voorkomt. Daarom zal naar verwachting de prevalentie van geluidhinder in de wijde omgeving van MAA groter zijn dan de hierboven geschatte schattingen.

### Referenties

- Dongen van JEF, Steenbekkers JHM, Vos H. De kwaliteit van de leefomgeving rond Groningen Airport Eelde. Leiden: TNO-PG, 1999. Rapport TNO-PG 99.031
- Dongen van JEF, Vos H. Beleving van geluid rond de luchthaven Maastricht Aachen Airport. Delft: TNO Inro, 2003. Rapport TNO Inro 2002-65.
- Miedema HME, Oudshoorn CGM. Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals. *Env Health Persp* 2001; 109 (4) 409-416.







Als u de eventuele hinder niet kan koppelen aan een bepaald type vliegtuig: weet niet antwoorden.

Datum  
31 juli 2003

Onze referentie  
03-6M-101-64002

Blad  
19

ENQ: Laat kaart 1 zien

helemaal niet 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 = heel erg  
hinderlijk = hinderlijk

11 = weet niet

	score
a - grote vliegtuigen met propellor-aandrijving	
b - grote vliegtuigen met straalaandrijving	
c - militaire vliegtuigen (bijvoorbeeld AWACS) of militaire straaljagers	
d - <b>lesvliegtuigen</b> [d.w.z. vliegtuigen die rondjes (circuits) vliegen]	
e - sport-, kleine zakenvliegtuigjes	
f - helikopters	

Vr. 30 Waardoor wordt de hinder die u ondervindt volgens u het meest veroorzaakt?  
Meerdere antwoorden zijn mogelijk.

ENQ: laat kaart 6 zien

- 1 - per afzonderlijk vliegtuig
- 2 - door het aantal vliegtuigen per dag
- 3 - doordat verschillende vliegtuigen lange tijd achter elkaar worden gehoord
- 4 - door het vliegen, taxiën, proefdraaien
- 5 - door het telkens rondjes vliegen (circuitvluchten)