

TNO-rapport
95.018

De zelf-gerapporteerde slaapkwaliteit in geluid-geïsoleerde woningen rond Schiphol

TNO Preventie en Gezondheid
Divisie Collectieve Preventie

Wassenaarseweg 56
Postbus 2215
2301 CE Leiden

Telefoon 071 18 18 18
Fax 071 17 63 82

auteur(s):
J.E.F. van Dongen
H. Vos
H.M.E. Miedema

datum:
maart 1995

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 1995 TNO



ISBN 90-6743-367-5

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van f 21,-- (incl. BTW) op postbankrekeningnr. 99.889 ten name van het TNO-PG te Leiden onder vermelding van bestelnummer 95.018.

INHOUD	pagina
1. INLEIDING	1
1.1 Achtergronden van het onderzoek	1
1.2 Probleemstelling	1
1.3 Onderzoeksmethode	2
1.4 Beperkingen aan het onderzoek	2
2. RESULTATEN	4
2.1 Algemeen	4
2.2 Frequentie van hinder bij het slapen en de geluidbelasting buitenshuis	4
2.3 Frequentie van hinder en het gebruik van ramen en ventilatievoorzieningen	6
2.4 Vergelijking van uitkomsten met andere gegevens over slaapverstoring	8
3. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	11
LITERATUUR	12
BIJLAGEN	13

1. INLEIDING

1.1 Achtergronden van het onderzoek

Eind juni-begin juli 1994 is door TNO Preventie en Gezondheid in opdracht van het Directoraat Generaal Rijksluchtvaartdienst (DGRLD) van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat een onderzoek verricht naar de beoordeling door bewoners van geluidwerende voorzieningen in woningen rond Schiphol (Van Dongen et al, 1994). In het kader van dit onderzoek is gevraagd naar de frequentie van hinder bij het slapen door geluid van vliegtuigen. Tevens is nagegaan hoe men, als er gevlogen wordt, de ramen en de ventilatievoorzieningen in de slaapkamer gebruikt. De geluidbelastinggegevens die bij dat onderzoek zijn gehanteerd representeren echter niet de akoestische situatie ten tijde van het onderzoek.

Aan TNO Preventie en Gezondheid is door het Ministerie van VROM/DGM (Directie Geluid en Verkeer) en het DGRLD verzocht bovengenoemde slaapverstoring- en ventilatiegegevens te relateren aan actuele geluidbelastinggegevens, zoals deze gemeten zijn door het Geluid Meetsysteem Schiphol (GMS) (ook wel NOMOS genoemd). Door GMS wordt per passage het A-gewogen Sound Exposure Level (SEL) vastgelegd. Op basis hiervan kan het L_{Aeq} buitenshuis voor de nacht (23-7 uur) berekend worden. Vanaf het derde kwartaal van 1994 zijn voldoende betrouwbare geluidgegevens beschikbaar die zijn gemeten in meetposten in de naaste omgeving van de geënquêteerde bewoners.

1.2 Probleemstelling

De probleemstelling van dit onderzoek is als volgt:

wat is de relatie tussen het L_{Aeq} gedurende de nachtperiode afgeleid uit door geluidmeetposten gemeten SEL-waarden en de "zelf-gerapporteerde slaapkwaliteit" (zoals deze is vastgesteld in het DGRLD-onderzoek).

Ook zal onderzocht worden wat de invloed op bovengenoemde relatie is van het gerapporteerde gebruik van ramen en ventilatievoorzieningen in slaapkamers.

1.3 Onderzoeksmethode

De geluidbelastinggegevens die in dit onderzoek zijn gebruikt, zijn verschaft door het Ministerie van VROM/DGM. Het zijn L_{Aeq} waarden van het derde kwartaal van 1994 over de nachtperiode tussen 23 en 7 uur. Ze zijn gebaseerd op metingen van twee meetstations in Zwanenburg (aan de Kuyperlaan en aan de Olmenlaan), een meetstation in Amstelveen (aan het Goereesepad) en in Aalsmeer (bij de Clusiusstraat).

De geluidbelastingen van het derde kwartaal zijn toegevoegd aan het reeds beschikbare databestand van het DGRLD onderzoek. Met name is gebruik gemaakt van antwoorden op de vraag hoe vaak in de afgelopen twee maanden hinder bij het slapen door geluid van vliegtuigen werd ondervonden (vraag 9; zie bijlage 1), en op de vraag over het gebruik van ramen en ventilatievoorzieningen als er gevlogen wordt (vraag 11; zie bijlage 1).

De koppeling van de respons-data (van het DGRLD-onderzoek) aan de geluidbelastingen heeft in de volgende gevallen en op de volgende wijze plaatsgehad:

- geselecteerd zijn woningen die niet verder dan circa 600 meter verwijderd zijn van een meetstation;
- in de lokaties Zwanenburg 1 (Kuyperlaan) en Aalsmeer zijn woningen geselecteerd waarvoor de geluidbelasting maximaal circa 4 Ke lager of hoger is dan de geluidbelasting van het dichtstbijzijnde meetstation;
- in de lokatie Zwanenburg 2 (Olmenlaan) betreft het woningen die naar schatting 4-6 Ke zwaarder zijn belast dan het meetstation*; om dit verschil te compenseren is aan de gemeten geluidbelasting 2,5 dB(A) toegevoegd;
- in de lokatie Amstelveen betreft het woningen die naar schatting 5-7 Ke zwaarder zijn belast dan het meetstation aan het Goereesepad**; om dit verschil te compenseren is aan de gemeten geluidbelasting 3 dB(A) toegevoegd.

1.4 Beperkingen aan het onderzoek

De enquête van het DGRLD-onderzoek naar de waardering van de geluidwerende voorzieningen heeft plaatsgehad tussen 27 juni en 15 juli 1994. De vraagstelling naar frequentie van hinder bij het

* Deze schatting is gebaseerd op basis van het verloop van de Ke contouren op de overzichtskaart van de Rijksluchtvaartdienst, RLD tek.nr.19-238, 28-01-1988.

** Deze schatting is gebaseerd op RLD tek.nr.19-348, 11-03-91.

slapen is (omdat tot mei de "Buitenveldertbaan" geruime tijd buiten gebruik was en daardoor andere banen intensiever gebruikt werden) gerelateerd aan de periode van twee maanden voorafgaand aan de enquête. Uit het oogpunt van validiteit zouden de ingevoerde geluidgegevens betrekking moeten hebben op deze periode.

Omdat geen voldoende betrouwbare geluidgegevens beschikbaar waren over deze periode, zijn als beste alternatief de geluidbelastinggegevens over de nachten van het derde kwartaal gehanteerd. In het algemeen geldt dus dat de gehanteerde geluidbelastinggegevens in feite een voor de bewoners nog grotendeels toekomstige akoestische situatie weergeven. Een deel van de enquêtes heeft plaatsgehad in het begin van het derde kwartaal en bij ongeveer dezelfde (mooie) zomerse weersomstandigheden die gemiddeld voor het gehele derde kwartaal golden.

Een tweede beperking van het onderzoek is het volgende. Zoals hiervoor reeds is aangegeven laat het verloop van Ke-contouren (zie voetnoten op pagina 2) zien dat het L_{Aeq} (23-7 uur) bij de onderzochte woningen tot ± 3 dB(A) kan afwijken van de waarden bij de meetposten. Voor een deel is op basis van de geschatte afwijking hiervoor gecorrigeerd.

Tenslotte kan worden opgemerkt dat het aantal respondenten waarop dit onderzoek is gebaseerd beperkt is. Met name in de clusters Aalsmeer (waar $L_{Aeq}(23-7 \text{ u}) = 42,2$ dB(A)) en Zwanenburg 2 (waar $L_{Aeq}(23-7 \text{ uur}) = 57,7$ dB(A)) is dit het geval.

Bovenstaande beperkingen leiden ertoe dat de hieronder gepresenteerde resultaten van het onderzoek slechts een indicatief karakter hebben.

Uiteraard is het geluid buitenshuis, (niet direct) van invloed op de hinder bij het slapen. Het L_{Aeq} (23-7 uur) binnenshuis is, naast het L_{Aeq} (23-7 uur) buitenshuis, ook afhankelijk van een aantal factoren zoals de gevelisolatie en het gebruik van ramen. In het kader van dit indicatieve onderzoek zal echter alleen het L_{Aeq} (23-7 uur) voor het geluid buitenshuis worden gebruikt.

2. RESULTATEN

2.1 Algemeen

In totaal hebben de bevindingen van dit onderzoek betrekking op 202 respondenten in een even groot aantal woningen. In tabel 1 is aangegeven hoe deze respondenten zijn verspreid over de vier onderscheiden clusters woningen. Tevens is per cluster het $L_{Aeq}(23-7 \text{ uur})$ aangegeven voor het derde kwartaal van 1994.

Tabel 1 Aantal geënquêteerde respondenten (N), alsmede de geluidbelasting buitenshuis per locatie

	N	L_{Aeq} (23-7 uur) 3e kwartaal 1994 op meetstation	L_{Aeq} (23-7 uur) 3 ^e kwartaal 1994 bij woningen
Aalsmeer	34	42,2 dB(A)	42,2 dB(A)
Amstelveen	55	48,8 dB(A)	51,8 dB(A)
Zwanenburg 1	94	57,2 dB(A)	57,2 dB(A)
Zwanenburg 2	19	55,2 dB(A)	57,7 dB(A)
Totaal	202		

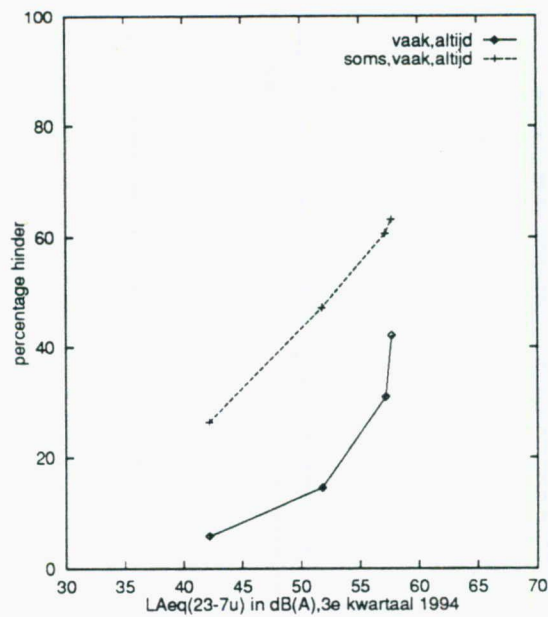
2.2 Frequentie van hinder bij het slapen en de geluidbelasting buitenshuis

De relatie tussen de frequentie van hinder bij het slapen en de geluidbelasting buitenshuis op basis van de gegevens van het derde kwartaal van 1994 is aangegeven in tabel 2 en geïllustreerd in de figuren 1 en 2.

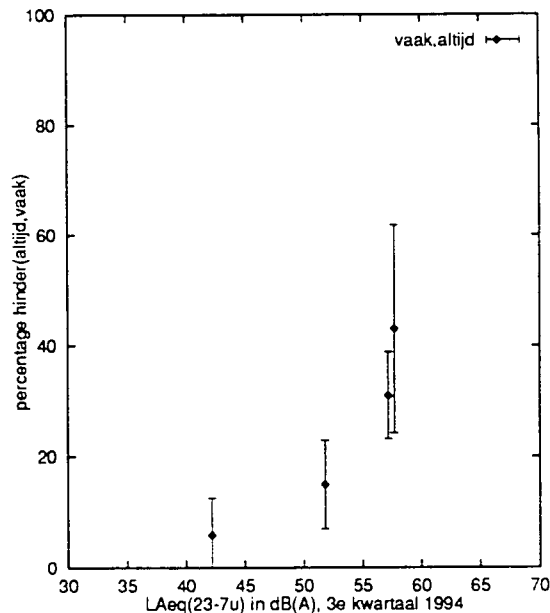
Figuur 2, waarin per lokatie de 90% betrouwbaarheidsintervallen zijn aangegeven, laat zien dat met name het interval dat betrekking heeft op Zwanenburg 2 groot is. Dit hangt samen met het beperkte aantal van 19 respondenten in deze cluster.

Tabel 2 Frequentie van hinder bij het slapen per geluidbelasting buitenshuis (in L_{Aeq} (23-7 uur) over 3^e kwartaal van 1994)

3 ^e kwartaal	42,2 dB(A) Aalsmeer	51,8 dB(A) Amstelveen	57,2 dB(A) Zwanenburg 1	57,7 dB(A) Zwanenburg 2
	%	%	%	%
nooit	47	27	29	21
zelden	27	26	11	16
soms	21	33	30	21
vaak	3	11	25	32
altijd	3	4	6	11
N	34	55	94	19

Figuur 1 Frequentie van hinder (in %) bij het slapen per geluidbelasting buitenshuis over het 3^e kwartaal 1994

Figuur 2 Percentage 'altijd of vaak' hinder per geluidbelasting buitenshuis, inclusief 90% betrouwbaarheidsintervallen



2.3 Frequentie van hinder en het gebruik van ramen en ventilatievoorzieningen

De ondervonden hinder kan samenhangen met het gebruik van ramen in de slaapkamer.

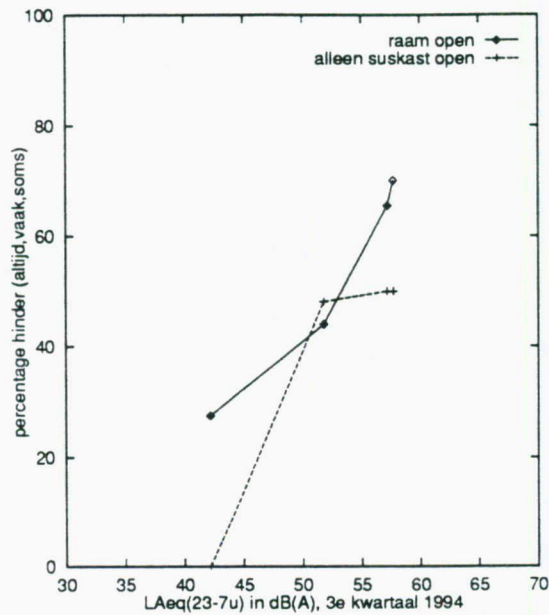
Het blijkt dat in de woningen in Aalsmeer, met $L_{Aeq}(23-7 \text{ uur}) = 42.2 \text{ dB(A)}$, 50% van de respondenten, als er wordt gevlogen, met een raam op kierstand slaapt en 35% met een raam dat verder open staat. Op de overige lokaties slaapt, als er wordt gevlogen, 42% van de respondenten met een raam op kierstand, 14% met een raam dat verder open staat en 39% met niet-geopende ramen. Als dit laatste het geval is, slaapt men in 91% van de gevallen wèl met een geopende suskast of muurdemper (zie bijlage 3).

In figuur 3 wordt als functie van het $L_{Aeq}(23-7 \text{ uur})$ voor het derde kwartaal het percentage "soms, vaak of altijd" bij het slapen gehinderde respondenten aangegeven. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen het slapen met tenminste op kierstand geopende ramen en het slapen met alleen de suskasten of muurdempers geopend. Het blijkt dat het percentage ondervraagden met tenminste "soms" hinder bij het slapen niet in alle gevallen lager is als uitsluitend met een geopende suskast of muurdemper wordt geslapen.

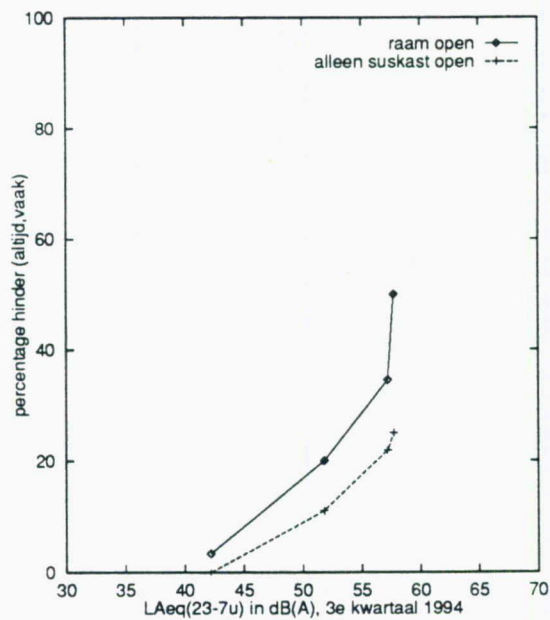
Figuur 4 geeft dergelijke relaties voor "altijd of vaak" hinder bij het slapen. De figuur laat zien dat het percentage ondervraagden met zo frequente hinder lager is als met raam dicht en geopende suskast of muurdemper wordt geslapen. Opgemerkt dient te worden dat in de woonlocatie met een

geluidbelasting van $L_{Aeq}(23-7 \text{ uur}) = 42,2 \text{ dB(A)}$ (Aalsmeer) slechts 4 van de 33 respondenten met raam dicht en alleen geopende suskast of muurdemper slapen.

Figuur 3 Percentage "altijd, vaak of soms" hinder bij het slapen per geluidbelasting buitenshuis voor twee vormen van ventileren



Figuur 4 Percentage "altijd of vaak" hinder bij het slapen per geluidbelasting buitenshuis voor twee vormen van ventileren



Uit figuur 4 blijkt dat als met ramen dicht en met geopende suskasten of muurdempers wordt geslapen bij circa 52 dB(A) (in Amstelveen) nog 11% van de (27) respondenten "vaak of altijd" wordt gehinderd en bij circa 57 dB(A) (in Zwanenburg 1 en 2) 23% van de (40) respondenten.

2.4 Vergelijking van uitkomsten met andere gegevens over slaapverstoring

Door Miedema (1993) zijn dosis - respons curven met betrekking tot slaapverstoring door het geluid van vliegverkeer vastgesteld. De gegevens waarop deze curven zijn gebaseerd komen uit in de jaren '80 verricht onderzoek onder ruim 1500 bewoners rond de vliegvelden Paris-Orly, Glasgow(-Abbotsinch) en Schiphol. De curven van Miedema betreffen het maximum van drie typen slaapverstoring door het geluid van vliegtuigen: bij het 's avonds in slaap vallen, bij het uit de slaap gehouden c.q. wakker gemaakt worden midden in de nacht en bij het 's ochtends vroeg wakker gemaakt worden. In de gebruikte onderzoeken werd een gefaseerde vraagstelling gebruikt, apart voor door-de-weekse dagen en het weekeinde. Eerst is gevraagd of het aangegeven type slaapverstoring ooit ("ever") wordt veroorzaakt door vliegtuiglawaai. Indien hier bevestigend op is geantwoord, is vervolgens gevraagd hoe hinderlijk men dit vindt (met als antwoordmogelijkheden "very much", "moderately", "a little" en "not at all". Miedema heeft voor zijn curven de uitkomsten met betrekking tot door-de-weekse dagen en het weekeinde gemiddeld (voor de gehanteerde vraagstelling zie bijlage 2).

Deze gecombineerde vraagstelling is dus duidelijk afwijkend van de enkelvoudige vraag naar de frequentie van hinder bij het slapen (met de antwoordcategorieën nooit, zelden, soms, vaak, altijd) die in het onderhavige onderzoek als "slaapverstoringsvraag" heeft gediend.

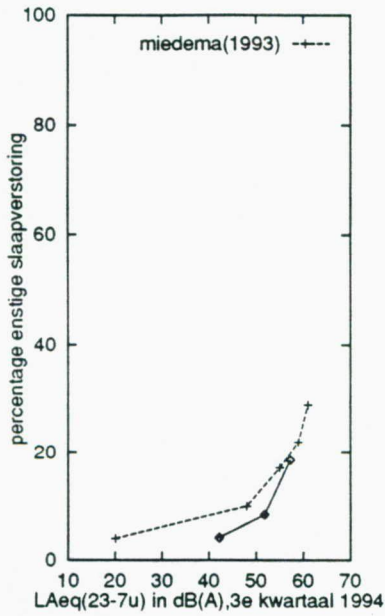
Toch lijken de uitkomsten voor "ernstige slaapverstoring" en "slaapverstoring" (daarbij het gebruik van slaapkamerramen buiten beschouwing latend) goed overeen te komen met de referentiecurven van Miedema (1993).*** [Voor de definiëring van de onderscheiden gradaties van slaapverstoring wordt verwezen naar Miedema (1993)]. Hierbij dient echter (nog afgezien van de verschillen in vraagstelling) aangetekend te worden dat vanwege het beperkte aantal respondenten in de onderscheiden lokaties het evenwel niet mogelijk is deze "overeenkomst" statistisch gezien als voldoende betrouwbaar, te beschouwen.

*** De resultaten van de lokatieclusters Zwanenburg 1 en Zwanenburg 2 zijn hier samengevoegd, omdat het aantal respondenten in Zwanenburg 2 klein is en het verschil in geluidbelasting tussen Zwanenburg 1 en 2 gering is.

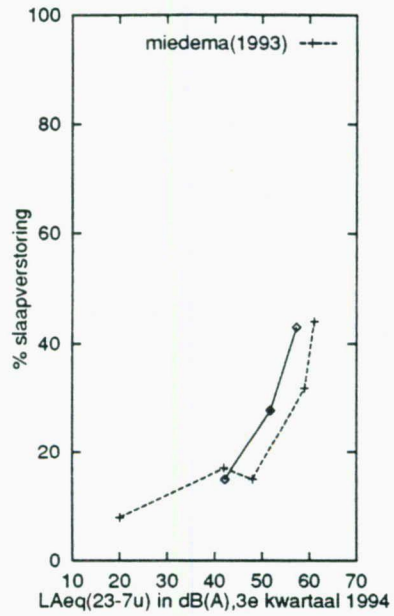
Figuur 5 laat zien dat de dosis-respons curve voor "ernstige slaapverstoring" bij $L_{Aeq}(23-7 \text{ uur}) = 42$ en 51 dB(A) iets onder de curve "ernstige slaapverstoring" van Miedema ligt.

De curven voor "slaapverstoring" zijn weergegeven in figuur 6.

Figuur 5 Percentage "ernstige slaapverstoring" per geluidbelasting buiten

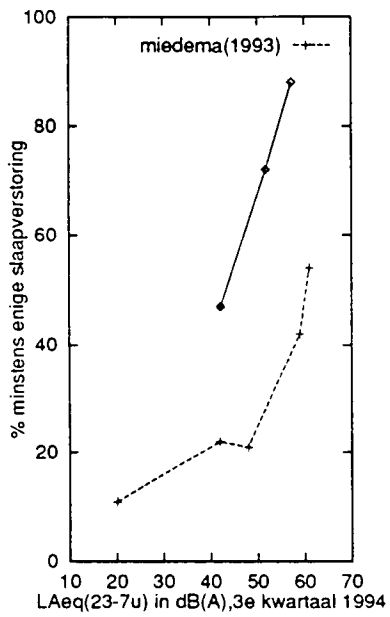


Figuur 6 Percentage "slaapverstoring" per geluidbelasting buiten



Duidelijk verschillend zijn de "minstens enige slaapverstoring" curve van Miedema en de corresponderende curve uit het onderhavige onderzoek (zie figuur 7). Behalve de verschillende vraagstelling is dit wellicht ook te wijten aan een artefact, namelijk de hiervoor genoemde dichotome "filtervraag" die is gehanteerd in de studies waar Miedema zijn curven aan heeft ontleend.

Figuur 7 Percentage "minstens enige slaapverstoring" per geluidbelasting buiten



3. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In opdracht van het Ministerie van VROM/DGM (Directie Geluid en Verkeer) en het Ministerie van V&W (DG Rijksluchtvaartdienst) is door TNO Preventie en Gezondheid een studie verricht naar de relatie tussen de geluidbelasting door vliegtuigen en "zelf gerapporteerde slaapkwaliteit" in geluidgeïsoleerde woningen. Daarbij is gebruik gemaakt van geluidbelastinggegevens die zijn gemeten op een viertal geluidmeetposten van het Geluid Meetsysteem Schiphol en van reeds beschikbare gegevens over zelf-gerapporteerde slaapkwaliteit van bewoners van geluidgeïsoleerde woningen in de omgeving van deze meetposten. Tevens is rekening gehouden met de manier waarop de bewoners bij het slapen hun ramen en ventilatievoorzieningen gebruiken.

De geluidbelasting (uitgedrukt in L_{Aeq}) heeft betrekking op de nachtperiode van 23 tot 7 uur en is gebaseerd op de meetgegevens van het derde kwartaal van 1994.

Een indicatief beeld is gegeven van het verloop van dosis-respons relaties en vergelijkingen zijn gemaakt met reeds beschikbare dosis-respons curven. Voor de uitkomsten hiervan wordt verwezen naar de in het rapport gepresenteerde figuren.

Benadrukt dient te worden dat de geluidbelastinggegevens niet precies betrekking hebben op de periode waar op de vraag naar slaapverstoring betrekking had. Ook moet rekening worden gehouden met een onbetrouwbaarheid in de geluidbelasting buitenshuis vanwege extrapolaties vanaf de geluidmeetposten. Verder was het aantal respondenten in de onderscheiden woonlocaties beperkt. Om deze redenen is de onzekerheid in de bevindingen groot, waardoor de resultaten van dit onderzoek slechts indicatief van aard zijn.

In het kader van dit onderzoek zijn geen relaties vastgesteld tussen de geluidbelasting binnenshuis en de hinder bij het slapen. Door uit te gaan van reeds beschikbare isolatiegegevens (ontleend aan: Heidemij Advies, 1995) zou ook deze relatie onderzocht kunnen worden.

LITERATUUR

DONGEN JEF van, STEENBEKKERS JHM, MIEDEMA HME. Waardering van geluidwerende voorzieningen in woningen rond Schiphol. Leiden: TNO-PG, 1994. Publ.nr 94.084.

HEIDEMIJ ADVIES. Grondslagen en Berekeningen voor het Globaal Isolatieplan Schiphol, Arnhem: Heidemij Advies, 1995:25.

JONG RG de en TOL FH van. CEC joint study of community response to aircraft noise. Leiden: NIPG-TNO, 1986.

MIEDEMA HME. Geluidmaten voor vliegverkeer. Leiden: NIPG-TNO, 1993. Publ.nr. 93.085.

BIJLAGEN

	pagina
BIJLAGE 1 Gehanteerde vraagstelling in Van Dongen (1994):	14
BIJLAGE 2 Gehanteerde vraagstelling in de onderzoeken bij Paris-Orly, Glasgow(-Abbotsinch) en Schiphol (uit Miedema, 1993) en uit De Jong (1986):	15
BIJLAGE 3 Toegepaste ventilatievoorzieningen	17

BIJLAGE 1

Gehanteerde vraagstelling in Van Dongen (1994):

VRAAG 9. Enq: GEEF KAART 5. Hoe vaak ondervond u in de afgelopen twee maanden hinder door geluid van vliegtuigen ... Enq. NOEM DE ACTIVITEITEN VAN HET SCHEMA

activiteiten in afgelopen twee maanden	nooit	zelden	soms	vaak	altijd			
binnenshuis bij: het slapen	>	<	>	<	>	<	>	<
het luisteren naar radio en T.V.	>	<	>	<	>	<	>	<
buitenshuis bij: het zitten in de tuin of op het balkon	>	<	>	<	>	<	>	<

VRAAG 10. Enq: GEEF KAART 5. Hoe vaak ondervond u, voor zover u zich dit kunt herinneren, hinder door geluid van vliegtuigen bij het verrichten van deze activiteiten, voordat de geluidsisolerende voorzieningen waren aangebracht?

activiteiten voor isolatie	nooit	zelden	soms	vaak	altijd			
binnenshuis bij: het slapen	>	<	>	<	>	<	>	<
het luisteren naar radio en T.V.	>	<	>	<	>	<	>	<
buitenshuis bij: het zitten in de tuin of op het balkon	>	<	>	<	>	<	>	<

VRAAG 11. Enq.: GEEF KAART 6. Hoe slaapt u als er gevlogen wordt doorgaans? Noemt u maar het antwoord dat voor u van toepassing is. Enq. STREEP HET ANTWOORD AAN IN HET SCHEMA IN DE KOLOM VAN VRAAG 11.

VRAAG 12. Enq.: GEEF WEER KAART 6. En als er niet gevlogen wordt, hoe is het dan? Enq.: STREEP HET ANTWOORD AAN IN DE KOLOM VAN VRAAG 12.

	VRAAG 11.	VRAAG 12.		
een raam op kierstand open	>	<	>	<
een raam verder open	>	<	>	<
raam gesloten, ventilatieroosters/ suukasten/ muurdeppers open en deur naar de gang dicht	>	<	>	<
raam gesloten, ventilatieroosters/ suukasten/ muurdeppers open en deur naar de gang open	>	<	>	<
raam gesloten, ventilatieroosters/ suukasten/ muurdeppers dicht en deur naar de gang open	>	<	>	<

BIJLAGE 2

**Gehanteerde vraagstelling in de onderzoeken bij Paris-Orly, Glasgow(-Abbotsinch)
en Schiphol (uit Miedema, 1993) en uit De Jong (1986)**

Uit Miedema (1993)

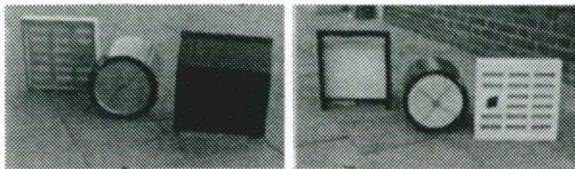
Now I would like to ask you some further questions about aircraft noise. Again I will concentrate firstly on weekdays and then on weekends for each item (For each item below, ask:)	
a)	Do the aircraft ever on weekdays?
b)	Do the aircraft ever on weekends?
When they, how annoyed does this make you feel?	
	score
Startle you	
(do ever)	yes
	no
	13
(annoyance)	very much
	moderately
	a little
	not at all
	87
	63
	37
	13
idem for 'interfere with conversation', 'prevent you from sleeping in the middle of the night', 'wake you up in the early morning', 'make the house vibrate or shake' and, in French and Netherlands' survey only, 'prevent you from failing asleep in the evening'.	

BIJLAGE 3

Toegepaste ventilatievoorzieningen

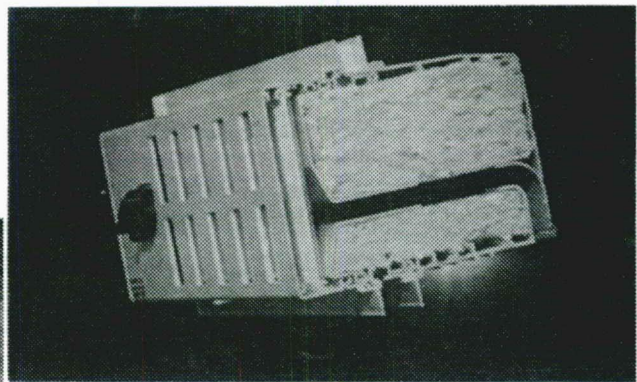
(ontleend aan: Directoraat-Generaal Rijksluchtvaartdienst.
Infowijzer geluidsisolatieproject Schiphol. Den Haag, maart 1993)

Muurdemper

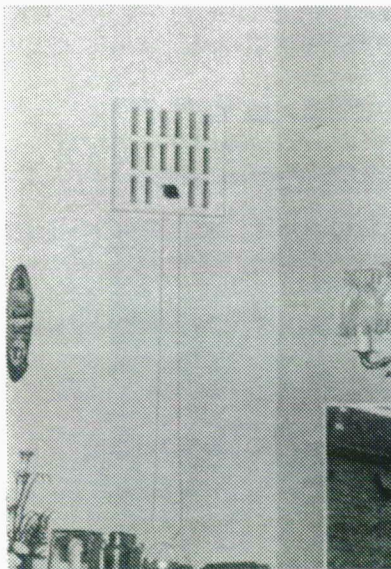


muurdemper

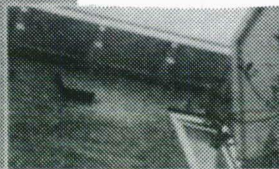
Suskast



doorsnede van een suskast



muurdemper binnen



muurdemper buiten



suskast aan de buitenzijde



suskast van binnenuit gezien

Reprografie: PG-TNO
Projectnummer: 40066

