

DE BRUIKBAARHEID VAN KOSTEN-EENHEID EN
BITTER-INDEX VOOR HET BEPALEN VAN DOSIS-
EFFECTRELATIES BIJ MILITAIRE LUCHTVAART

Door: drs. R.G. de Jong

Rapport D 72, januari 1983

ING-TNO

postbus 214
2600 AE delft

bezoekadres
schoemakerstraat 97
delft

telefoon 015 - 56 93 30

Sectie Sociale Wetenschappen

Project 4.2.41

Opdrachtgever: Ministerie van Volks-
huisvesting, Ruimtelijke Ordening en
Milieubeheer

„Voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever met betrekking tot dit rapport wordt verwezen naar de 'Algemene Voorwaarden voor onderzoeks- en ontwikkelingsopdrachten aan TNO, 1979', zoals gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage en bij de Kamers van Koophandel en Fabrieken.”

„© jaar van uitgave rapport TNO, 's-Gravenhage.

Onverminderd de rechten van de opdrachtgever mag niets uit deze uitgave worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotocopie, microfilm of welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.”



DIRECTIE

Ir. R. G. de Lange wnd. directeur
Prof. Ir. L. J. Brassier wnd. plv. directeur

ONDERZOEKGEBIEDEN

Afdeling Water en Bodem

Dr. ir. D. W. Scholte Ubing

Afdeling Buitenlucht

Dr. R. Guicherit (wnd.)

Afdeling Binnenlucht

Ir. P. B. Meyer

Afdeling Geluid, Licht en Binnenklimaat

Ir. E. van Gunst

**ALGEMENE ONDERSTEUNING
MILIEU-ONDERZOEK**

P. E. Joosting, arts
Ir. M. J. Leupen, woninghygiënist

Sectie sociale wetenschappen

Drs. R. G. de Jong

VOORLICHTING en VORMGEVING

Ir. J. A. Somers

DE BRUIKBAARHEID VAN KOSTEN-EENHEID EN BITTER-INDEX VOOR HET BEPALEN VAN
DOSIS-EFFECTRELATIES BIJ MILITAIRE LUCHTVAART

SAMENVATTING

In dit rapport wordt verslag uitgebracht van een bureaustudie. Het doel van de studie was na te gaan welke invloed de, in vergelijking met de grote burgervliegvelden afwijkende, vliegoperationele factoren bij militaire vliegbases hebben op de toepassing van de Kosten-berekening en op de bruikbaarheid van de toegepaste index voor geluidhinder.

Om aan dit doel te beantwoorden zijn sommige aspecten uit de onderzoeken rond Schiphol in 1963 en 1975, en rond drie militaire vliegbases in 1976, nog eens nader belicht.

Tevens vond een uitgebreide literatuurstudie plaats om het in Nederland uitgevoerde onderzoek te toetsen aan internationale ontwikkelingen.

Er kan worden geconcludeerd dat zowel de Kosten-eenheid als de Bitter-index (Gemiddelde Relatieve Hinderscore) onverkort bruikbaar zijn voor de militaire luchtvaart. Ook in het buitenland zijn geen duidelijk betere alternatieven voorhanden.



ABSTRACT

This report covers a desk-study. Its aim was to study the influence of different (compared to civil aviation) flight-routines at military air-bases upon the use of the Kosten-calculation and upon the feasibility of the disturbance-index used:

To come up to this purpose several aspects from the surveys around Schiphol (Amsterdam Airport) in 1963 and 1975, and around three military airbases in 1976, have been highlighted more closely.

Also a large literature-survey was carried out to compare Dutch research with international developments.

The conclusion reads that both, the Kosten-entity and the Bitter-index (The Mean Relative Annoyance Score) can be used without restrictions for military aviation. Also in other countries no clearly better alternatives are readily available.



INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	1
2. Hoe het begon	3
3. De Kosten-eenheid en andere maten voor geluidbelasting	4
4. De Bitter-index of Gemiddelde Relatieve Hinderscore	5
5. De samenhang tussen de Kosten-eenheid en de Bitter-index	8
6. De bruikbaarheid van de Kosten-eenheid bij de militaire luchtvaart	10
6.1. De hoorbaarheid van het geluid	10
6.2. De tijdsduur	11
6.3. De veelvuldigheid van voorkomen	14
6.4. De nachtstraffactor	15
6.5. Het weekeindvliegen	16
6.6. Het "equal energy"-principe bij de militaire luchtvaart: buitenlands onderzoek	17
7. De bruikbaarheid van de Bitter-index bij de militaire luchtvaart	18
8. De samenhang tussen de Kosten-eenheid en de Bitter-index bij de militaire luchtvaart	21
9. Conclusies	22
10. Literatuur	24



DE BRUIKBAARHEID VAN KOSTEN-EENHEID EN BITTER-INDEX VOOR HET BEPALEN VAN
HET DOSIS-EFFECTRELATIES BIJ MILITAIRE LUCHTVAART

1. INLEIDING

In opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne (tegenwoordig: Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer) heeft het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO een onderzoek uitgevoerd naar de bruikbaarheid van de Kosten-formule en de daaraan gekoppelde hindermaat bij militaire vliegbases.

De aanleiding tot dit onderzoek vormde de zogenaamde "motie Oomen-Ruyter" (nr. 8(17307) van 18 maart 1982).

Deze motie luidt als volgt:

"De Kamer,

gehoord de beraadslaging;

kennis genomen hebbende van het ICG-rapport LL-HR-16-01 over geluidhinder rond militaire vliegvelden;

overwegende, dat blijkens die rapportage de resultaten van de Kosten-berekeningen voor militaire vliegvelden geen duidelijke conclusies toelaten, met name boven de grens van 40 KE;

voorts overwegende, dat omgevings- en vliegoperationele factoren afwijkingen veroorzaken tussen de Kosten-berekeningen voor burgerluchtvaartterreinen en militaire vliegvelden;

voorts overwegende, dat de bij de Kosten-berekening toegepaste index voor de beleving van de geluidhinder voor verbetering vatbaar is;

van oordeel, dat grondslagen voor de toepassing van de Kosten-berekening voor militaire vliegvelden bijstelling behoeven, met name door de verwerking van feitelijke meetgegevens en door geactualiseerd geluidbelevingsonderzoek; verzoekt de Regering, ten behoeve van de besluitvorming over de Planologische Kernbeslissing Militaire Terreinen en voor de definitieve zonering van buitenlandse vliegvelden duidelijkheid te verschaffen over het Hinderbelevingsaspect in de KE-formule en de Kamer daarover zo spoedig mogelijk te informeren;

en gaat over tot de orde van de dag".



De formulering van deze motie leidde tot de volgende doelstellingen voor het onderzoek:

1. Nagaan welke invloed de in vergelijking met grote burgervliegvelden afwijkende vliegoperationele factoren bij militaire vliegbases hebben op de toepassing van de Kosten-berekening.
2. Nagaan of de toegepaste index voor de beleving van de geluidhinderbruikbaar is bij militaire vliegvelden.

Deze doelstellingen zijn als volgt uitgewerkt.

Allereerst wordt de Kosten-eenheid in al zijn facetten bestudeerd en vergeleken met in het buitenland gangbare maten.

Vervolgens wordt de gehanteerde index voor de beleving van de geluidhinder aan eenzelfde kritische beschouwing onderworpen en wordt nagegaan welke procedures van hindermeting in buitenlands onderzoek gangbaar zijn.

In de desk-research zijn de onderzoeken Schiphol 1963 (1) en 1975 (2) betrokken, evenals het onderzoek militaire vliegvelden 1976 (3). Tevens heeft er een uitgebreide literatuurrecherche plaatsgevonden.



2. HOE HET BEGON

In 1967 zag het rapport "Geluidhinder door vliegtuigen", van de Adviescommissie Geluidhinder door Vliegtuigen, het licht (1).

In dit rapport werd een methode gepresenteerd om geluidhinder van vliegtuigen te meten met behulp van een enquête. Tevens werd een methodiek voor het bepalen van de geluidbelasting gepresenteerd, die leidde tot een zo sterk mogelijke samenhang met de vastgestelde hinder ($r = 0,95$).

De ontwikkelde hinderindex is vooral bekend onder de naam Gemiddelde Relatieve Hinderscore (GRHS), tegenwoordig ook wel de Bitter-index genoemd, naar drs. C. Bitter, die deze index heeft ontwikkeld (4,5,6).

Voor de samenstelling van deze index mogen wij verwijzen naar De Jong en Beers (1980) blz. 59 e.v. (3). De ontwikkelde maat voor geluidbelasting staat bekend als de "Kosten-eenheid" (B), naar prof. dr. ir. C.W. Kosten, voorzitter van de Adviescommissie Geluidhinder door Vliegtuigen. Voor de berekening van de Kosten-eenheid wordt eveneens verwezen naar De Jong en Beers (1980), blz. 8 e.v. (3).



3. DE KOSTEN-EENHEID EN ANDERE MATEN VOOR GELUIDBELASTING

In de tijd dat de Kosten-eenheid werd ontwikkeld, werd er ook in andere landen systematisch gewerkt aan de ontwikkeling van bruikbare meetapparatuur en de opstelling van bruikbare meetvoorschriften om de geluidbelasting in woonwijken door geluidmetingen en -berekeningen te kunnen vaststellen en daarmee de hinder te voorspellen (7,8,9,10).

De Adviescommissie Geluidhinder door Vliegtuigen heeft de in het buitenland ontwikkelde methoden uitvoerig bestudeerd en geconcludeerd dat alle beschikbare methoden te veel nadelen hadden om toe te passen in de Nederlandse situatie. Daarom is besloten een eigen Nederlandse geluidbelastingsmaat te ontwikkelen. Deze maat (de Kosten-eenheid) is geïnspireerd op de Engelse NNI (Noise and Number Index). Het belangrijkste punt van onderscheid is dat de NNI geen nachtstraf kent.

Zowel B als NNI behoren tot de klasse van geluidbelastingsmaten die gebaseerd zijn op het "equal energy"-principe. Tot deze klasse behoren bijvoorbeeld ook: de Noise Exposure Forecast (NEF) en de Composite Noise Rating (CNR) (11). Daarnaast is er de aanpak waarbij wordt gekeken naar de tijd dat een bepaald niveau wordt overschreden cq. het (piek)niveau dat gedurende een bepaald deel van de tijd wordt overschreden. Een voorbeeld is de "Zweedse" benadering, die ervan uitgaat dat boven een bepaald minimum aantal gebeurtenissen per tijdseenheid de hinder uitsluitend afhankelijk is van de piekniveaus in dB(A) (12,13,14).

Een uitgebreid overzicht van de gangbare maten voor geluidbelasting is te vinden in Rohrman e.a. (1978) (15). Discussies over de vermeende superioriteit van een maat voor geluidbelasting boven andere maten worden nog steeds in volle hevigheid gevoerd, zonder dat de weegschaal naar enigerlei kant neigt door te slaan. Zie voor enkele voorbeelden van deze discussie: Rylander, Sörensen and Kailand (12), Ko, Kwan and Chan (16), Rice (17), Fields (13), Hede and Bullen (19), Shepherd (67), Bradley (68). Als conclusie kan men stellen dat er vooralsnog geen doorslaggevende wetenschappelijke argumenten zijn aangedragen waarom men aan de ene maat voor geluidbelasting de voorkeur zou geven boven de andere: de Kosten-eenheid is als hindervoorspeller niet beter of slechter dan enige andere in het buitenland gebruikte maat voor geluidbelasting.



4. DE BITTER-INDEX OF GEMIDDELDE RELATIEVE HINDERSCORE

Evenals bij de Kosten-eenheid werd bij het ontwikkelen van de Bitter-index uitgebreid bestudeerd wat het buitenland zoal te bieden had. Speciaal de aanzetten in de Verenigde Staten (7) en Engeland(8) en het initiatief van de OECD (20) werkten richtinggevend.

Daarnaast werd een proefenquête gehouden om de ontwikkelde hindermeet-instrumenten te testen en te vervolmaken. Voor de details wordt verwezen naar (4,5,6,21).

Het geheel resulteerde uiteindelijk in de Bitter-index, die veel overeenstemming vertoonde met hinderindices die in de Verenigde Staten, Engeland en Frankrijk gebruikt werden. Tevens werd een maat voor de zogenaamde niet-specifieke hinder ontwikkeld.

De theorie achter deze aanpak is de volgende. Wanneer een geluid inwerkt op een mens, doet deze mens eerst kennis op over dit geluid. Deze kennis is in eerste instantie nog gevoelsmatig neutraal.

Voorbeeld

Men registreert met betrekking tot geluid X de volgende verschijnselen:

- ik hoor geluid X alleen overdag;
- als ik geluid X hoor, trilt mijn huis;
- ik wordt niet wakker door geluid X;
- mijn kinderen schrikken van geluid X.

Dit zijn kenniselementen, waaraan al snel een waardering wordt toegekend. Voor een diepgaander beschrijving van de processen hierachter wordt verwezen naar (22). Het volstaat op te merken dat reeds hier aanzienlijke verschillen tussen individuen optreden.

Voorbeeld

Persoon A:

- ik vind het plezierig dat geluid X alleen overdag voorkomt;
- ik vind het naar dat mijn huis trilt;
- ik vind het plezierig dat geluid X mij niet stoort in mijn slaap;
- het is onplezierig dat mijn kinderen wel eens schrikken van geluid X.



Persoon B:

- ik vind het al erg dat geluid X overdag voorkomt;
- dit is te erg, straks zit ik met de schade;
- dat zou er nog bij moeten komen, dat ik er wakker van werd;
- dit kan zo niet langer, mijn kinderen worden er nerveus van.

Al dergelijke kenniselementen bij elkaar vormen, samen met hun waarderings- en de uiteindelijke attitude. Dit is de globale positieve, neutrale of negatieve houding ten opzichte van - in ons geval - een geluid. Hinder is een negatieve attitude.

In het kader van beleidsonderbouwend onderzoek is men vooral geïnteresseerd in deze hinder, als meest getrouwe afspiegeling van de mate waarin het totaal van het lichamelijk, geestelijke en sociale welbevinden door een geluid wordt aangetast.

Het is echter bekend dat deze hinder door vele andere factoren dan het geluid alleen wordt medebepaald. Daarom wordt deze hinder ook wel niet-specifieke hinder genoemd. Doordat zoveel andere factoren een rol spelen is de statistische samenhang met de geluidbelasting vrij zwak.

Vanuit bovenstaande overwegingen hecht men voor het funderen van beleidsbeslissingen zeer veel waarde aan het gebruik van de Bitter-index, meer bekend als de Gemiddelde Relatieve Hinderscore of specifieke hinder.

Feitelijk zijn de termen "Hinderscore" en "specifieke hinder" onjuist. De Bitter-index gaat uit van de kenniselementen die aan de hinder (als attitude) ten grondslag liggen. Deze kenniselementen omvatten een vijftal activiteitenstoringen, aangevuld met schrikken en het trillen van de woning. Het is dan ook beter te spreken van een storingsindex. Doordat deze index uitgaat van kenniselementen hebben allerlei persoonlijke en omgevingsfactoren, die onder andere tot uitdrukking komen in de waardering van deze kenniselementen, minder invloed. Hierdoor is het directe verband met de geluidbelasting sterker dan bij de niet-specifieke hinder.

In zeer veel onderzoek naar diverse geluidbronnen, zowel in laboratoriumstudies als in het veld, wordt steeds opnieuw bestudeerd welke kenniselementen worden geassocieerd met het geluid waarom het gaat en welke tevens, in al dan niet gewogen combinatie met elkaar, een goede samenhang geven met de "globale" niet-specifieke hinder, als afspiegeling van de mate



waarin het welbevinden wordt aangetast. Voorbeelden van dergelijke studies zijn: 23 t/m 33. En in al deze studies komen steeds kenniselementen naar voren die gevangen kunnen worden in de volgende categorieën:

- communicatieverstoring (gestoord worden bij het voeren van een (telefoon) gesprek, kijken naar de televisie, luisteren naar de radio);
- verstoring van rusten of slapen (niet in slaap kunnen komen, wakker worden);
- concentratieverstoring (verstoring bij studie, lezen, puzzelen of andere bezigheden waarbij concentratie een rol speelt);
- angst en schrik (bij vliegtuiglawaai: angst dat een vliegtuig in de buurt neerstort en schrik vanwege het plotselinge snelle aanzwellen van het geluid);
- trillen van de woning (en het idee dat daaruit materiële schade kan voortvloeien).

De Bitter-index omvat al deze categorieën. Andere kenniselementen die in enkele geluidhinderonderzoeken - ook in de Nederlandse - een enkele keer naar voren komen, zoals het gestoord worden bij zelf musiceren of nerveus worden, blijken minder goed bruikbaar, of door de geringe samenhang met de geluidbelasting of door de geringe samenhang met de niet-specifieke hinder.

Er kan worden geconcludeerd dat de gegevens uit de literatuur de uitgangspunten van de Bitter-index ondersteunen. Wel zijn er een aantal gelijkwaardige alternatieven. Het bijzondere van een storingsindex is, dat hij vrijwel onafhankelijk is van de bron: In Nederland wordt de Bitter-index gebruikt bij alle geluidhinderonderzoek in het kader van de ICG*-programma's. In een recent onderzoek naar treinlawaai (34) is een poging gedaan om tot een beter alternatief voor de Bitter-index te komen. Deze poging had geen succes. Er zijn wel kenniselementen die een sterkere samenhang vertonen met de geluidbelasting (communicatieverstoring), maar deze kenniselementen dekken slechts één aspect van de niet-specifieke hinder en zijn dus te eenzijdig.

*Interdepartementale Commissie Geluidhinder.



5. DE SAMENHANG TUSSEN DE KOSTEN-EENHEID EN DE BITTER-INDEX

De Kosten-eenheid is zo geconstrueerd, dat de samenhang met de Bitter-index zo sterk mogelijk is ($r = 0,95$, op geaggregeerde data). Tevens is er sprake van numerieke gelijkheid: bij $B = 45$ wordt ook een score op de Bitter-index van 45 verwacht.

Over de mate van samenhang, de correlatie, is veel gediscussieerd. Moet men werken met correlaties op individueel of op geaggregeerd niveau? Deze discussie is nogal triviaal.

Eenvoudig gesteld doet zich het volgende voor.

Stel dat men de samenhang tussen geluidbelasting en hinder bepaalt uit geluidmetingen en een hinderenquête bij 1.000 respondenten. De correlatie op individueel niveau kan bijvoorbeeld 0,30 zijn, wat een gebruikelijk niveau is bij geluidhinder. Schultz (35) rapporteert in zijn overzicht gebruikelijke niveaus van 0,20 tot 0,40.

Een spreidingsdiagram met op de x-as de geluidbelasting en op de y-as de hinderscore wordt gevuld met 1.000 punten (één voor elk individu). In dit diagram kan ook een regressielijn worden uitgezet die de vorm van het verband tussen de geluidbelasting en de hinder beschrijft.

Stel dat deze regressielijn wordt beschreven door: $y = Ax + B$. Naarmate men steeds meer respondenten gaat samenvoegen in clusters (aggregeren) krijgt men minder punten in het spreidingsdiagram. De correlatie wordt hoger. De regressielijn blijft echter $y = Ax + B$, op voorwaarde dat de clusters "gewogen" worden naar het aantal respondenten dat zij bevatten. In het meest extreme geval worden alle respondenten samengevoegd in twee punten. De correlatie is dan perfect: 1,0. De regressielijn is nog steeds $y = Ax + B$. Kortom, naarmate er respondenten worden samengenomen in steeds minder punten, wordt de correlatiecoëfficiënt kunstmatig opgeklopt. De samenhang wordt er echter niet betrouwbaarder door. De betrouwbaarheid van de samenhang kan men slechts bestuderen door de correlatiecoëfficiënt te vergelijken met de zogenaamde kritische correlatie. Dit is het niveau waarboven men een werkelijke - en niet slechts een toevallige - samenhang mag aannemen. Een samenhang op individueel niveau van 0,30 en een kritische correlatie van 0,13 is betrouwbaarder dan een samenhang op geaggregeerd niveau van 0,60 en een kritische correlatie van 0,50.

De essentie van dit betoog is:



- a) dat men niet zonder meer correlaties op individueel en geaggregeerd niveau met elkaar mag vergelijken;
- b) dat "lage" correlaties op individueel niveau niet slechter hoeven te zijn dan "hoge" correlaties op geaggregeerd niveau;
- c) dat het werken op individueel of geaggregeerd niveau géén invloed heeft op de vorm van de samenhang (de helling (A) en intercept (B) in de formule $y = Ax + B$) tussen de geluidbelasting en de hinder (behoudens geringe afwijkingen ten gevolge van afrondingsfouten bij het aggregeren). De enige voorwaarde is, dat bij het vaststellen van de regressievergelijking de clusters worden "gewogen" naar het aantal respondenten dat zij bevatten. Gebeurt dit niet, dan kunnen er - overigens doorgaans geringe - afwijkingen ontstaan.

Voor het beleid betekent dit, dat men met een gerust hart kan afgaan op correlaties hetzij op individueel niveau, hetzij op geaggregeerd niveau, wanneer zij maar betrouwbaar genoeg zijn. Dit standpunt wordt nog eens ondersteund door Griffiths (36).

Voor het Schipholonderzoek uit 1963 (1) zijn alleen de correlaties op geaggregeerd niveau bekend. Voor Schiphol '75 (2) zijn beide bekend. De gevonden relatie tussen de Kosten-eenheid en de Bitter-index is in dit laatstgenoemde onderzoek: $y = 1,34x - 16,9$.

Aangezien er bij deze onderzoeken geen betrouwbaarheidsgrenzen zijn vastgesteld kan alleen "at face value" worden geconcludeerd dat de vergelijking niet al te zeer afwijkt van de verwachte relatie $y = x$.

De gevonden correlatie op geaggregeerd niveau is bij het onderzoek uit 1975 aanmerkelijk lager dan bij het onderzoek uit 1963: 0,68 tegen 0,95. Op individueel niveau is de correlatie 0,17. Dit komt uit boven de kritische correlatie ($r_{\text{kritisch}} = 0,09$), zodat de gevonden relatie voldoet aan de eisen van betrouwbaarheid ($p > 0,95$) (70).

Toch is deze samenhang verre van indrukwekkend. Een van de belangrijkste oorzaken hiervan is, dat de geluidbelasting, in tegenstelling tot de hinder, niet op individueel niveau is vastgesteld, maar voor een heel gebied tegelijk. Dit betekent dat de geluidbelasting voor elk individu op zich onnauwkeurig is: uit de indeling in klassen blijkt dat dit plus of min 2,5 Ke kan zijn. Daar komt dan nog de gebruikelijke marge voor de onnauwkeurigheid in de berekening bij.



6. DE BRUIKBAARHEID VAN DE KOSTEN-EENHEID BIJ DE MILITAIRE LUCHTVAART

Bij geluidhinder mag als werkhypothese worden aangenomen dat de volgende wetmatigheden optreden (37):

- a. de hinder neemt toe met de hoorbaarheid van het geluid: hoe duidelijker hoorbaar, hoe groter de hinder. De hoorbaarheid hangt af van de intensiteit van het geluid, van de verdeling over het frequentiespectrum en van het verschil met het achtergrondgeluidniveau.
- b. de hinder neemt toe met de tijdsduur van een geluidgebeurtenis: hoe langer hoorbaar, hoe groter de hinder.
- c. de hinder neemt toe met de veelvuldigheid van het voorkomen: hoe vaker hoorbaar, hoe groter de hinder.

Vanzelfsprekend geldt het bovenstaande slechts voor één bron tegelijk: de zwak hoorbare radio van de burens kan hinderlijker zijn dan een veel duidelijker hoorbare verkeersstroom.

6.1. De hoorbaarheid van het geluid

Men gaat er veelal vanuit dat de hinder toeneemt met de hoorbaarheid van een geluidgebeurtenis. De hoorbaarheid wordt mede bepaald door het achtergrondgeluidniveau ter plaatse, veroorzaakt door o.a. wegverkeer.

Hoe meer het vliegtuiglawaai boven het achtergrondgeluidniveau uitkomt, hoe groter de hinder.

Deze theorie wordt ondersteund door de resultaten van een aantal laboratorium- en veldstudies (38 t/m 44).

Tegenover deze theorie staat de zogenaamde "total sum" theorie. Deze houdt in, dat - bij een gelijkblijvend geluidniveau van de dominante bron - de hinder door deze bron zal toenemen met toenemend achtergrondgeluidniveau. Het dominante lawaai krijgt dan de rol toegedeeld van "druppel die de emmer doet overlopen".

Ook deze theorie wordt - hoewel in mindere mate dan de eerstgenoemde theorie - ondersteund door de resultaten van onderzoek (45,46). Dit onderzoek heeft veelal betrekking op andere bronnen dan vliegtuiglawaai.

Tenslotte is er een ruim aantal onderzoeken bekend waarin men geen ondersteuning voor een van beide theorieën vindt: het achtergrondgeluidniveau heeft geen aantoonbare invloed op de door de dominante bron ondervonden



hinder (47,48,49,34,66).

Al met al lijkt er onvoldoende grond om als onomstotelijk aan te nemen dat het achtergrondgeluidniveau in één bepaalde richting de hinder van een geluidbron beïnvloedt.

Het achtergrondgeluidniveau kan in verschillende situaties verschillend werken. Ook is het denkbaar dat het achtergrondgeluidniveau ten aanzien van een bron anders werkt dan ten aanzien van een andere bron.

En ten slotte is het heel goed mogelijk dat in gecompliceerde "real life"-situaties verschillende processen elkaars werking ten dele neutraliseren. Met name de resultaten van recent onderzoek wijzen in deze richting (48).

Samenvattend dient gesteld te worden dat achtergrondgeluidniveau, dat in geluidhinderonderzoek vaak - en op goede theoretische gronden - als een essentiële omgevingsfactor wordt aangemerkt, deze kwalificatie in de praktijk niet of nauwelijks waarmaakt.

In dit licht gezien is het geen groot gemis dat in het TNO-NLR-onderzoek naar geluidhinder bij militaire vliegbases (3) het achtergrondgeluidniveau niet is nagegaan. Het kan nauwelijks worden verwacht dat deze factor een betrouwbare bijdrage zou leveren aan het verklaren van de verschillen in hinder tussen de bases.

6.2. De tijdsduur

Hoewel men mag aannemen dat de hinder toeneemt met de tijdsduur van een geluidgebeurtenis, is deze tijdsduur niet in de Kosten-formule opgenomen. Bij de grote burgerluchtvaart is dit ook niet zo zeer nodig. De meeste vliegpaden zijn weinig gekromd. Er treden dan geen grote verschillen op in tijdsduur tussen de individuele vliegbewegingen. Wel neemt de tijdsduur duidelijk toe naarmate men verder van de luchthaven verwijderd is. Dit maakt, dat men het geluid binnen een voorspelbare tijd weer kwijt is.

Bij de militaire luchtvaart ligt dit gecompliceerder. Zo kan bij circuitvliegen, zoals dit regelmatig voorkomt bij lesvliegen, voor het landen en bij formatievliegen, het geluid van één enkele vliegbeweging vele malen langer hoorbaar zijn dan dat van de enkele overvlucht met hetzelfde maximale niveau. Dit zou, volgens ons uitgangspunt, leiden tot méér hinder.



Daarnaast kan er juist bij de militaire luchtvaart een uitzondering optreden op de algemene regel dat hinder toeneemt met de tijdsduur van het geluid: geluiden die zéér snel in sterkte toenemen geven eerder schrikreacties dan geluiden die langzaam aanzwellen. Dit verschijnsel zullen we vooral dichtbij de vliegbases en onder laagvliegroutes aantreffen. De totale tijdsduur van het overvlieggeluid is daar echter kort. Dit maakt, dat er ook bij de militaire luchtvaart argumenten voor en tegen het opnemen van de geluidsdur in de formule voor de geluidbelasting zijn aan te voeren. Daar komt nog bij dat het verre van duidelijk is op welke wijze de tijdsduur zou moeten worden gedefinieerd. Bijvoorbeeld voor gesprekstoring is de tijdsduur waarin het geluidniveau (in de woning) boven een bepaalde waarde uitkomt belangrijk; in dat geval speelt de maximale waarde van het niveau een ondergeschikte rol. Voor de subjectieve grootte van de geluidindruk zal de maximale waarde van het niveau tijdens een overvlucht bepalend zijn. Kortom, afhankelijk van de reactie waarin men geïnteresseerd is, zal men de tijdsduur anders moeten kiezen.

Uit deze argumentatie blijkt dat het ontbreken van de tijdsduur in de Kosten-formule de bruikbaarheid van deze formule voor militair vliegverkeer niet in essentie aantast. De verbetering van de samenhang met de hinder die mag worden verondersteld op te treden door meer rekening te houden met circuitvliegen, zou, in elk geval ten dele, te niet worden gedaan door het ten onrechte onderschatten van het effect van de kortdurende, hoge pieken.

In het voorafgaande is gesteld dat de samenhang met hinder niet opzienbarend zal kunnen verbeteren door de tijdsduur in te bouwen in de Kosten-formule doordat er twee tegengestelde psychologische mechanismen werkzaam zijn.

Dit neemt niet weg, dat beide genoemde factoren - circuitvliegen met de extra lange tijdsduur en de lage overvlucht met de extra korte tijdsduur - invloed hebben op de hinder.

Wat betekenen deze overwegingen voor het TNO-NLR onderzoek rond militaire vliegvelden? Allereerst wordt het circuitvliegen behandeld. De drie vliegvelden verschillen aanzienlijk in het aandeel dat circuits hebben in het totale aantal vliegbewegingen. Voor Twente was dit ten tijde



van het onderzoek 73,6 %, voor Soesterberg 53,5 % en voor Volkel 10,1 %. Ook het aantal vliegbewegingen verschilt sterk van basis tot basis. Voor Twente was dit 28259, voor Soesterberg 12361 en voor Volkel 23680.

In combinatie betekenen deze twee gegevens dat er bij Twente in 1976 zo'n 20800 circuits gevolgen zijn, bij Soesterberg 6600 en bij Volkel 2400.

Op grond hiervan mag er bij Twente meer hinder worden verwacht dan bij Volkel. Soesterberg ligt hier tussen in.

Vervolgens wordt beschouwd wat snel in sterkte toenemend geluid betekent bij het TNO-NLR-onderzoek.

Ook hier speelt het aantal vliegbewegingen een grote rol: elke landing, start of doorstart betekent voor een aantal mensen dat zij blootstaan aan snel in sterkte toenemen geluid. Het aantal vliegbewegingen is, zoals hierboven reeds beschreven, het grootst bij Twente en het kleinst bij Soesterberg. In afwijking tot het circuitvliegen, waar iedereen die in de omgeving woont in vergelijkbare mate mee wordt geconfronteerd, hebben de snel in sterkte toenemende pieken hun voornaamste werking in de onderzoekgebieden die pal onder de start- en landingsroutes aan de uiteinden van de start- en landingsbaan liggen.

Vergelijking van de bases toont, dat bij Soesterberg wellicht iets minder mensen in deze geluidssituatie verkeren dan bij beide andere bases. Wellicht, want door de bijzondere ligging van één onderzoekgebied in Soesterberg is dit dan niet exact aan te geven (De Jong en Beers, kaart IV) (3).

In Schema I is daarom het minimum en het maximum aangegeven.

Schema I

	totaal	Soesterberg	Twente	Volkel
	- in procenten -			
woont (vrijwel) onder een start- en landingsroute	26-34	12-34 (niet exact aan te geven)	31	35

Uitgaande van deze gegevens mag er niet worden geconcludeerd dat er bij een basis meer respondenten blootstaan aan deze factor dan bij de andere bases.



Op grond van de combinatie van de gegevens over de aantallen vliegbewegingen en de proportie respondenten per basis dat blootstaat aan de snel in sterkte toenemende pieken mag bij Twente meer hinder worden verwacht dan bij Volkel en bij Volkel weer meer dan bij Soesterberg.

6.3. De veelvuldigheid van voorkomen

Het aantal vliegbewegingen verschilt sterk van basis tot basis. Bij Twente zijn er in de periode van een jaar voorafgaand aan de enquête 28259 vliegbewegingen (= starts + landingen + doorstarts) geregistreerd. Bij Volkel waren dit er 23680 en bij Soesterberg 12361. Deze aantallen zijn in principe verdisconteerd in de Kosten-formule, zoals zij ook verdisconteerd worden in andere maten die berusten op het "equal energy"-principe, zoals NNI en NEF.

Daarom lijkt het overbodig om de veelvuldigheid van voorkomen apart te bekijken.

Andere maten voor geluidbelasting leggen de nadruk op piekniveaus omdat, volgens de uitgangspunten achter deze aanpak, boven een bepaald aantal (± 50 gebeurtenissen per etmaal) de veelvuldigheid van voorkomen nauwelijks meer een rol speelt. Daaronder zou de veelvuldigheid van voorkomen een sterke rol spelen (o.a. 14).

Bij Twente bedraagt het aantal vliegbewegingen per etmaal 77 (gemiddeld over een jaar), bij Volkel 65 en bij Soesterberg 34. Dit betekent volgens de hierboven geschetste aanpak, dat Soesterberg juist in de kritische zone zou vallen, waarin de veelvuldigheid van voorkomen wél een extra grote rol speelt. Wellicht is er wat veelvuldigheid van voorkomen betreft een ondergrens, waaronder het "equal energy"-principe niet meer opgaat. Ook onderzoek van Rice (17) wijst in deze richting. Indien dit zo zou zijn - het is niet meer dan een hypothese die vanuit de data die ons thans ten dienste staan niet kan worden getoetst - dan zou bij Soesterberg over de gehele range van geluidbelastingen de hinder lager kunnen zijn dan bij beide andere bases. Dit zou dan overeenkomen met de bevindingen. Voorlopig echter ontbreekt voldoende grond om al te veel waarde aan deze hypothese te hechten: de Zweedse aanpak blijkt onvoldoende reproduceerbaar (18,50) en bij Rice (17) ligt het omslagpunt waaronder het "equal energy"-principe niet meer zou voldoen op een verdacht hoog niveau (meer dan 480 gebeurtenissen per etmaal). Wellicht is de testopzet met een



expositieduur van één uur niet levensecht genoeg. De laatste jaren wordt zeer veel aandacht besteed aan "number-level tradeoffs": de rol van de veelvoudigheid van voorkomen is nog steeds niet duidelijk (51).

6.4. De nachtstraffactor

In de Kosten-formule is een weging ingebouwd naar de perioden van de dag waarop vliegbewegingen plaatsvinden. De toegekende gewichten (n) zijn als volgt over het etmaal verdeeld:

n	tijdsperiode (lokale tijd)	
	van	tot
10	0	6 uur
8	6	7 uur
4	7	8 uur
1	8	18 uur
2	18	19 uur
3	19	20 uur
4	20	21 uur
6	21	22 uur
8	22	23 uur
10	23	24 uur

In de vakliteratuur vindt een voortdurende discussie plaats over de hoogte die de straffactoren zouden moeten hebben (52 t/m 56). De tendens van deze discussie is, dat wellicht de straffactor van de nachtperiode (losjes gedefinieerd als gelijk aan de slaaperiode) minder zwaar zou hoeven te zijn, maar dat daarentegen voor de avonduren een hogere straffactor op zijn plaats zou zijn.

Voor de door ons beschouwde militaire velden is deze discussie niet zo interessant, omdat bij deze velden relatief weinig buiten de dagperiode wordt gevlogen. De gemiddelde nachtstraffactoren bij deze bases zijn gering: Soesterberg 1,5, Volkel 1,4 en Twente 1,1 (57, 58, 59). Wanneer geen nachtstraffactor in rekening wordt gebracht ($n = 1$), dan zou dit bij Soesterberg leiden tot een gemiddelde verlaging met 3,5 Ke, bij Volkel met 2,9 Ke en bij Twente met 0,8 Ke.



6.5. Het weekeindvliegen

Vliegtuiglawaai hoort tot de klasse van de "time-varying noises". In het kader van dit afwisselen van rustige met lawaaiige perioden is veel aandacht besteed aan het ontwikkelen van adequate maten van geluidbelasting en de elementen daarvan (par. 3, 6.2, 6.3), de invloed van het achtergrondgeluidniveau (par. 6.1.) en de nachtstraffactoren (par. 6.4.). Over het effect van rustige perioden op speciale dagen (bijvoorbeeld in het weekeind) is ons op dit moment geen literatuur bekend.

Dit betekent dat er kennelijk nooit aanleiding geweest is om de invloed hiervan op de hinder te onderzoeken.

Wel kan er via de volgende deductie tot een voorlopige conclusie gekomen worden.

In een aantal onderzoeken wordt de hinder door militaire en door civiele luchtvaart met elkaar vergeleken. Deze onderzoeken zijn van: Osada (60), Hede and Bullen (19), Rylander et al. (14) en De Jong (61).

In alle vier de onderzoekingen wordt gewerkt met maten van geluidbelasting waarin geen rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van rustige perioden: Osada gebruikt de NNI, Hede and Bullen gebruiken de NEF. Ook de B (Kosten-eenheid) uit het Nederlandse onderzoek integreert over langere tijd en niet slechts over de dagen waarop gevlogen wordt. Het Zweedse onderzoek werkt met LAmx en houdt ook geen rekening met rustige perioden, terwijl uit persoonlijke communicatie met de Zweedse onderzoekers bekend is dat er vanaf de bestudeerde bases soms maanden lang niet gevlogen wordt. Van de Japanse en Australische studie ontbreken gegevens over rustige perioden bij militaire vliegbases, maar het is aannemelijk dat ze er zijn.

Binnen elke studie is de hinder door de burger- en door de militaire luchtvaart op dezelfde wijze bepaald. Per studie geschiedde dit anders. Uit de Nederlandse en Zweedse gegevens wordt geconcludeerd dat bij een gelijke geluidbelasting c.q. een gelijk geluidniveau de militaire luchtvaart iets meer hinder veroorzaakt; de Japanse en Australische data wijzen op evenveel hinder. In geen studie komt naar voren dat militaire luchtvaart minder hinder zou veroorzaken. Dit kan slechts een ding betekenen: de psychologische "compensatie" van min of meer regelmatig voorkomende rustige perioden is kennelijk juist voldoende om niet veel meer hinder te ervaren dan bij de burgerluchtvaart. De compensatie is onvoldoende om tot minder hinder aanleiding te geven.



6.6. Het "equal energy"-principe bij de militaire luchtvaart:
buitenlands onderzoek

In de vorige paragraaf (6.5.) wordt melding gemaakt van Japans (62) en Australisch onderzoek rond een militaire vliegbasis. In beide gevallen is gebruik gemaakt van een geluidbelastingsmaat die stoelt op het "equal energy"-principe, zoals dat ook met de Kosten-eenheid het geval is. Ook in Amerika (63,64) is onderzoek naar hinder door militaire luchtvaart uitgevoerd met gebruik van het "equal energy"-principe, in dit geval NEF. Het Japanse onderzoek is helaas moeilijk toegankelijk zodat ons niet bekend is of er bijzondere beschouwingen zijn gewijd aan het gebruik van de NNI. Bij het Australische en Amerikaanse onderzoek zijn geen discussies gewijd aan het gebruik van de NEF (althans niet gerapporteerd). Ook liggen de gevonden verbanden met hinder niet op een lager niveau dan bij de burgerluchtvaart.

Kennelijk tasten verschillen in vliegoperationele factoren (in vergelijking met de burgerluchtvaart) het gebruik van geluidbelastingsmaten die steunen op het "equal energy"-principe voor militaire luchtvaart niet aan. Als dit geldt voor NNI en NEF is er geen wetenschappelijk argument om te veronderstellen dat dit voor de Kosten-eenheid anders zou liggen.



7. DE BRUIKBAARHEID VAN DE BITTER-INDEX BIJ DE MILITAIRE LUCHTVAART.

De Bitter-index of Gemiddelde Relatieve Hinderscore is oorspronkelijk ontwikkeld als Guttman-schaal. De essentie van de Guttman-schaal is, dat alle items (in ons geval zeven) altijd in dezelfde volgorde van belangrijkheid voorkomen.

Bij het onderzoek Schiphol 1963 (1) was deze volgorde:

1. huis trilt
2. schrik of angst
3. gestoord worden bij het kijken naar de tv (tv - storing)
4. gestoord worden bij het voeren van een gesprek (gesprekstoring)
5. gestoord worden bij het luisteren naar de radio (radiostoring)
6. gestoord worden bij slapen of rusten (slaapstoring)
7. gestoord worden bij ingespannen bezig zijn (bezighedenstoring)

Dit betekent dus, dat bij geringe geluidbelasting eerst het huis begint te trillen; dat bij iets meer geluidbelasting ook schrik- en angst-reacties ontstaan, totdat ten slotte bij een hoge geluidbelasting alle storingen optreden.

De Bitter-index wordt reeds lang niet meer gehanteerd als een "echte" Guttman-schaal. In feite was reeds bij de constructie bekend dat de schaal niet eëdimensionaal was (21), wat een vereiste is bij een "echte" Guttman-schaal (71). Andere Guttman-schalen die bij onderzoek naar geluidhinder een rol spelen, bijvoorbeeld die van McKennell (8) worden op grond van empirische evidentie aangevochten als Guttman-schalen (26, 69). Dit doet echter niets af aan de eveneens empirische evidentie dat deze schalen heel efficiënt hinder meten.

Toch is de volgorde van de items wel degelijk van belang omdat het iets zegt over de psychologische structuur van de hinder. Deze structuur kan van bron tot bron verschillen (69), maar twee verschillende structuren kunnen uiteindelijk tot dezelfde hoeveelheid hinder leiden.

In het rapport van het onderzoek Schiphol 1975 wordt onder meer geconcludeerd dat de uiteindelijke Gemiddelde Relatieve Hinderscore zich sinds 1963 vrijwel niet gewijzigd heeft. Dit is juist, maar de psychologische structuur van de hinder is wel iets veranderd, gezien onderstaande vergelijking.



<u>Schiphol 1963</u>	<u>Schiphol 1975</u>
1 huis trilt	1 gesprekstoring
2 schrik of angst	2 tv-storing
3 tv-storing	3 huis trilt
4 gesprekstoring	4 radiostoring
5 radiostoring	5 slaapstoring
6 slaapstoring	6 schrik of angst
7 bezighedenstoring	7 bezighedenstoring

De verschillen zijn goed verklaarbaar. De sterke groei van het aantal vliegbewegingen leidt tot meer communicatiestoring (gesprek, tv, radio) en tot vermindering van schrik of angst (gewenning).

De huidige psychologische structuur van de hinder door de grote burgerluchtvaart is stabiel, zoals blijkt bij een vergelijking van de onderzoeken Schiphol 1975 en Schiphol 1977 (65).

<u>Schiphol 1975</u>	<u>Schiphol 1977</u>
1 gesprekstoring	1 gesprekstoring
2 tv-storing	2 huis trilt
3 huis trilt	3 tv-storing
4 radiostoring	4 radiostoring
5 slaapstoring	5 slaapstoring
6 schrik of angst	6 schrik of angst
7 bezighedenstoring	7 bezighedenstoring

Wijkt de psychologische structuur van de hinder door de militaire luchtvaart nu wezenlijk af van die door de burgerluchtvaart? Om hierin duidelijkheid te brengen is Schiphol 1975 vergeleken met de gegevens van de militaire luchtvaart 1976 plus Marssum 1975 (meegenomen bij het onderzoek Schiphol 1975).



<u>Schiphol 1975</u>	<u>Militaire luchtvaart</u>
1 gesprekstoring	1 gesprekstoring
2 tv-storing	2 huis trilt
3 huis trilt	3 radiostoring
4 radiostoring	4 slaapstoring
5 slaapstoring	5 schrik of angst
6 schrik of angst	6 tv-storing
7 bezighedenstoring	7 bezighedenstoring

Uit deze vergelijking komt slechts één verschil naar voren: het gestoord worden bij het kijken naar de televisie neemt bij de militaire luchtvaart een relatief geringere plaats in: er wordt rond de militaire velden ook minder 's avonds gevlogen. De psychologische structuur is dus vrijwel gelijk.

Tezamen met hetgeen reeds in par. 4 gesteld is, betekent dit dat de Bitter-index uitstekend geschikt is om de hinder door de burgerluchtvaart en door de militaire luchtvaart met elkaar te vergelijken. Dit staat los van de theoretische mogelijkheid dat de Bitter-index verbeterd kan worden, zoals dit met alle meetinstrumenten - niet alleen de psychologische - altijd het geval zal zijn. Het gevaar bestaat dan echter, dat de index te specifiek op één geluidbron toegesneden wordt, zodat vergelijking met andere bronnen bemoeilijkt wordt.



8. DE SAMENHANG TUSSEN DE KOSTEN-EENHEID EN DE BITTER-INDEX BIJ DE MILITAIRE LUCHTVAART.

In par. 5 is de correlatie op individueel niveau tussen Kosten-eenheid en Bitter-index voor het onderzoek Schiphol 1975 vermeld. De correlatie-coëfficiënt is 0,17, de kritische correlatie 0,09.

Ter vergelijking worden hier ook deze getallen vermeld voor Soesterberg, Twente en Volkel.

- Soesterberg	: r = 0,24	} r _{kritisch} = 0,12
- Twente	: r = 0,33	
- Volkel	: r = 0,13	

Uit deze directe vergelijking moge blijken dat de samenhang tussen de Kosten-eenheid en de Bitter-index bij de militaire luchtvaart (althans bij Soesterberg en Twente) niet zwakker is dan bij Schiphol. Hierbij moet worden aangetekend dat rond de militaire vliegbases de geluidbelasting vrijwel op individueel niveau bepaald is (in afwijking van Schiphol 1975, zie par. 5), zodat uit dit oogpunt een wat hogere correlatie kon worden verwacht. Hier staat tegenover dat de grotere variatie over de vluchtroutes vooral bij de lagere waarden kan leiden tot onnauwkeuriger vaststelling van de geluidbelasting, hetgeen de samenhang met hinder kan verzwakken.

De positie van Volkel blijft merkwaardig, vooral ook omdat uit de analyses geen verklaring is aan te dragen voor dit afwijkende gedrag. Dit noodde tot hernieuwde inspectie van de invoergegevens. Deze inspectie bracht enige onregelmatigheden aan het licht die hebben plaatsgevonden bij het invoeren van de - op zich correcte - geluidgegevens. Bijstelling van deze gegevens zal waarschijnlijk leiden tot een sterkere samenhang tussen geluidbelasting en hinder dan tot nu leek te bestaan. Dit zou de conclusie, namelijk dat de samenhang tussen de Kosten-eenheid en de Bitter-index bij de militaire luchtvaart niet zwakker is dan bij Schiphol, versterken.



9. CONCLUSIES.

9.1 De eerste belangrijke eindconclusie is, dat er geen wetenschappelijk argument is om te veronderstellen dat de Kosten-eenheid, als instrument om de geluidbelasting van een in tijd variërend geluid mee te bepalen en om de hinder die door dat geluid veroorzaakt wordt mee te voorspellen, beter of slechter zou zijn dan enige andere reeds ontwikkelde maat. Weliswaar is er in vergelijkend onderzoek weinig aandacht besteed aan de Kosten-eenheid zelf (de maat heeft een geringe bekendheid), maar er is wel veel aandacht besteed aan de NNI, die een sterke gelijkenis met de Kosten-eenheid (B) heeft.

Het onderlinge verband tussen NNI (en daarmee B), NEF en CNR is steeds sterk; sterker dan de verbanden tussen deze maten en de hinder.

Toegespitst op de militaire luchtvaart komen er uit de beschikbare onderzoeken geen problemen naar voren met het toepassen van dosis-maten die werken volgens het "equal energy"-principe.

Ook bij een theoretische bschouwing van een aantal aparte aspecten die er kleven, of juist ontbreken, aan de Kosten-eenheid, blijkt geen duidelijke tekortkoming:

- het opnemen van de tijdsduur in de Kosten-formule doet weliswaar meer recht aan de effecten van het circuitvliegen maar onderschat systematisch het effect van de snel aanwellende hoge pieken;
- de nachtstraf speelt bij militaire bliegbases een relatief geringe rol;
- het verdisconteren van weekeindrust lijkt niet zinvol;
- de bevindingen uit studies naar "number-level tradeoffs" zijn te weinig eenduidig om een eventueel andere wegging van de aantallen op te baseren.

9.2 De tweede belangrijke eindconclusie is dat gegevens uit de literatuur de uitgangspunten van de Bitter-index in grote lijnen ondersteunen. De zeven items in de index zijn de universeel aanvaarde belangrijkste kenniselementen die geluidhinder (niet alleen van vliegtuigen) bepalen.

Deze items kunnen wisselen in relatieve belangrijkheid al naar gelang de bron: de psychologische structuur van de hinder is dan anders.

De psychologische structuur van de hinder door militaire vliegtuigen is vrijwel identiek aan die van de hinder door burgervliegtuigen.

Er is dus geen reden te veronderstellen dat de Bitter-index (Gemiddelde



Relatieve Hinderscore) niet geschikt zou zijn voor gebruik bij militaire luchtvaart.

9.3 De derde belangrijke eindconclusie is, dat de samenhang tussen Kosten-eenheid en Bitter-index bij de militaire luchtvaart zeker niet zwakker is dan bij de grote burgerluchtvaart. Dat sommige instanties ten onrechte menen dat deze samenhang bij de militaire luchtvaart zwakker is, vindt wellicht zijn oorzaak in de verschillende presentaties van de onderzoeksresultaten enerzijds en een gebrek aan kennis over de gehanteerde statistische technieken anderzijds.



10. LITERATUUR

- [1] Adviescommissie Geluidhinder door Vliegtuigen. Geluidhinder door vliegtuigen. Delft, 1967.
- [2] Bitter, C. Beleving van geluidwerende voorzieningen tegen vliegtuig-lawaai in de woonsituatie. Delft, IMG-TNO, maart 1980. Rapport D 44.
- [3] Jong, R.G. de en C.S. Beers. Geluidhinder rond militaire vliegvelden. Leidschendam, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, december 1980. Rapporten LL-HR-16-01 en LL-HR-16-02.
- [4] Bitter, C. en K.W. Schwager. Enquête reacties bevolking op vliegtuig-lawaai. Deelrapport 2. 's-Gravenhage, IG-TNO, 1964.
- [5] Bitter, C. en K.W. Schwager. Enquête reacties bevolking op vliegtuig-lawaai. Deelrapport 3. 's-Gravenhage, IG-TNO, 1964.
- [6] Bitter, C. en K.W. Schwager. Enquête reacties bevolking op vliegtuig-lawaai. Deelrapport 4. 's-Gravenhage, IG-TNO, 1965.
- [7] Borsky, P.N. Community reactions to air force noise, edited by University of Chicago, 1961. WADD TR 60-689 (I and II).
- [8] McKennell, A.C. Aircraft noise annoyance around London (Heathrow) airport. London, Central Office of Information, 1963.
- [9] Bürck, W., M. Grützmacher, F.J. Meister und E.A. Müller. Fluglärm. Göttingen, 1965.
- [10] SOU. Flugbuller som samhällsproblem. Stockholm, 1961.
- [11] OECD. Airports and Environments. Parijs, 1975.
- [12] Rylander, R., S. Sörensen and A. Kailand. Annoyance reactions from aircraft noise exposure. J. Sound Vibration 24 (4) (1972), p. 419-444.



- [13] Rylander, R., S. Sörensen and K. Berglund. Re-analysis of aircraft noise annoyance data against the dB(A) peak concept. *J. of Sound and Vibration* 36 (1974) nr. 3, p. 399-406.
- [14] Rylander, R., M. Björkman, U. Åhrlin, S. Sörensen and K. Berglund. Aircraft noise annoyance contours: importance of overflight frequency and noise level. *J. Sound Vibration* 69 (1980) nr. 4, p. 583-596.
- [15] Rohrman, B., H.O. Finke, R. Guski et al. *Fluglärm und seine Wirkung auf den Menschen*. Bern, Verlag Hans Huber, 1978.
- [16] Ko, N.W.M., A.S.H. Kwan and W.T. Chan. Further investigation in the responses of firemen to noise. *J. of Sound and Vibration* 49 (1976) nr. 4, p. 575-591.
- [17] Rice, C.G. Investigation of the trade-off effects of aircraft noise & number. *J. of Sound and Vibration* 52 (1977) nr. 3, p. 325-344.
- [18] Fields, J.M. Findings from community surveys on the noise level/number of event trading relationship. *J. Acoust. Soc. Am. Suppl. 1*, Vol. 66, Fall 1979.
- [19] Hede, A.J. and R.B. Bullen. *Aircraft noise in Australia: a survey of community reaction*. Canberra, Nat. Acoust. Lab., 1982.
- [20] Johnsson, C. and P. Atteslander. *Social surveys on reactions to aircraft noise*. Paris, OECD, 1963.
- [21] Bitter, C. *Proef-enquête reacties bevolking op vliegtuiglawaai*. 's-Gravenhage, IG-TNO, 1962.
- [22] Jong, R.G. de. *Geluidhinder. Een theoretisch onderzoeksmodel*. *Intermediair* 14 (1978-11-24), p. 47-53.
- [23] Berglund, B., U. Berglund and T. Lindvall. A study of response criteria in populations exposed to aircraft noise. *J. of Sound and Vibration* 41 (1975) nr. 1, p. 33-39.



- [24] Borsky, P.N. Annoyance and acceptability judgments produced by 32 aircraft noise conditions. Ac. Soc. Am., 95th meeting, session F, May 1978.
- [25] Connor, W.K. and H.P. Patterson. Community reaction to aircraft noise around smaller city airports. NASA CR-2104, 1972.
- [26] Edwards, R.M. A sound survey to examine the variance of aircraft noise annoyance. J. of Sound and Vibration 41 (1975) nr. 1, p. 41-51.
- [27] François, J. Nature de la gêne et relation bruit-gêne autour des aéroports. Revue d'Acoustique n^o 48 (1979), p. 70 e.v.
- [28] Galloway, W.J. and D.E. Bishop. Noise exposure forecasts, evolution, evaluation, extensions, and land use interpretations. Bolt Beranek and Newman, Inc. Tech. Rep. FAA-NO-70-9 (1970), (USA).
- [29] Gunn, W.J. and J.L. Fletcher. The effect of number of flights prior to judgement on annoyance to aircraft flyover noise. NASA Rept. NGR 43-003-003, April 1974.
- [30] Gunn, W.J., J.L. Fletcher and W.T. Shepherd. Annoyance resulting from intrusion of aircraft sounds upon various activities. NASA. Reproduced by National Technical Info. Service, U.S. Department of Commerce, Springfield, VA 22151, 1975.
- [31] Hede, A.J. Psychological scaling in the assessment of subjective reaction to aircraft noise. 10th ICA, Sydney, 1980.
- [32] Rohrmann, B. Sozialwissenschaftliche Forschungsergebnisse zum Umweltproblem Fluglärm. Kampf dem Lärm, 24 (1977), Heft 4, p. 89-100.
- [33] Fidell, S. and S. Teffeteller. Validation of annoyance scales for social surveys of community reactions to noise exposure. Ac. Soc. of Am., 99th meeting, Atlanta, 1980.



- [34] Peeters, A.L., R.G. de Jong, J.C. Tukker en J.P. Kaper.
Hinder door spoorweggeluid in de woonomgeving, Delft, IMG-TNO,
1982, rapport D 60.
- [35] Schultz, T.J. Synthesis of Social Surveys on Noise Annoyance.
J. Acoust. Soc. Am., 64 (1978), nr. 2, p. 377-405.
- [36] Griffiths, D. Individual differences in sensitivity to environmental
noise. CIB - W 77/CIE - TC 3.3 Workshop "Persons, not People",
Chester, England, 15-17 September 1982.
- [37] Kleinhoonte van Os, G.J. Hinder van vliegtuigen: meten, correleren,
beoordelen. Delft, TPD-TNO/TH, 1972.
- [38] Namba, S. and S. Kuwano. An experimental study on the relation between
long-term annoyance and instantaneous judgement of level-fluctuation
sounds. Warschau, Inter-noise 79, p. 837-842.
- [39] Powell, C.A. and C.G. Rice. Judgements of aircraft noise in a traffic
noise background. J. of Sound and Vibration 38 (1975) nr. 1, p. 39-50.
- [40] Johnston, G.W. and A.A. Haasz. The influence of background noise level
and signal duration on the judged annoyance of aircraft noise.
Univ. Toronto, O.N. (aug. 1978), report nr. 228, p. 33.
- [41] Powell, C.A. Annoyance due to the interaction of community noise
sources. George Washington Univ., 1978.
- [42] Bottom, C.G. A social survey into annoyance caused by the interaction
of aircraft noise and traffic noise. J. of Sound and Vibration 19
(1971), p. 473-476.
- [43] Mil Research Ltd. Second survey of aircraft noise annoyance around
London (Heathrow) airport. Mil Research Ltd, London, 1971.
- [44] Grandjean, E., P. Graf, A. Lauber, H.P. Meier and R. Müller.
Survey on the effects of aircraft noise around three civil airports
in Switzerland. Internoise 76, p. 85-90.



- [45] Walters, D. Annoyance due to railway noise in residential areas. Univ. of Strathclyde, Feb/March 1969.
- [46] Aubree, D. La gêne due au bruit des trains. Centre scientifique et technique du bâtiment, établissement de Nantes. jan. 1975.
- [47] Dempsey, Th.H. and J.M. Cawthorn. NASA Langley Research Center, Hampton, VA 23665. March 1979, No L-12483.
- [48] Taylor, S.M., F.L. Hall and S.E. Birnie. Effect of background levels on community responses to aircraft noise. J. Sound.Vibr. Vol. 71, No. 2, July 1980, p. 261-270.
- [49] Fields, J.M. and J.G. Walker. Reactions to railway noise: a survey near railway lines in Great Britain. Vol. I, Vol II (appendices). ISVR Technical Report No. 102. Feb. 1980.
- [50] Jong, R.G. de. Hinder door spoorweglawaai. Lezing voor het Nederlands Akoestisch Genootschap d.d. 23 november 1982. (nog te publiceren)
- [51] Borsky, P.N. How to measure time varying noise exposure in residential communities. J. Acoust. Soc. Am. Suppl. 1, Vol. 66, Fall 1979.
- [52] Fidell, S. and G. Jones. Effects of cessation of late-night flight on an airport community. J. of Sound and Vibration 42 (1975) nr. 4, p. 411-427.
- [53] Galloway, W.J. and J.M. Fields. Time-of-day corrections to aircraft noise metrics. Proceedings of a workshop held at NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia, March 11-12, 1980.
- [54] Levere, T.E. and N. Davis. Arousal from sleep- the physiological and subjective effects of a 15 dB(A) reduction in aircraft flyover noise. Aviation, Space and Environmental Medicine 1977, juli, p. 607-611.



- [55] Mabry, J.E. Establishing noise criteria for residential living in areas surrounding commercial aviation airports. Journ. of the Acoustical Society of America. Vol. 60, Supplement No. 1, Fall 1976.
- [56] Ollerhead, J.B. Variation of community noise sensitivity with time of day. Journ. of the Acoustical Society of America. Vol. 60, Supplement No. 1, Fall 1976.
- [57] Berghuis van Woortman, H.J. en C.S. Beers. De lawaaibelasting rondom de vliegbasis Soesterberg. NLR TR 75040 U, 1. Amsterdam, 1975.
- [58] Berghuis van Woortman, H.J. en C.S. Beers. De lawaaibelasting rondom de vliegbasis Twente. NLR TR 74138 U. Amsterdam, 1974.
- [59] Berghuis van Woortman, H.J. en C.S. Beers. De lawaaibelasting rondom de vliegbasis Volkel. NLR TR 74157 U, 1974.
- [60] Osada, Y. Kosshu Eisei In Kenkyu Hokoku. Bulletin of the Institute of Public Health, Tokyo, Vol. 20, p. 119-127, 1971. Translation: Community reactions to aircraft noise in the vicinity of airports: a comparative study of the social surveys using interview methods. NASA-TM-75439.
- [61] Jong, R.G. de. Militaire- en burgerluchtvaart: de geluidhinder vergeleken. IMG-TNO D 53, Delft, januari 1981.
- [62] Tokyoto Kogai Kenkyujo. Yokota Kitchi Shuhen Soon no Jumin Seikatsu e no Eikyo ni Tsuite. (Effect of noise in the vicinity of Yokota airbase on the population), 1971.
- [63] Opinion Research of California. A study among residents of Orange County relative to operations at Orange County Airport. Opin. Res. Cal., Long Beach, Calif. USA, 1977.
- [64] Pos Associates. Airport community survey: a survey of Orange County residents relative to the Orange County Airport. Pos Assoc., Santa Ana, Calif. USA, 1976.



- [65] Bitter, C. en L.H.J. Willigers. Beleving van geluidwerende voorzieningen tegen vliegtuiglawaai in de woonsituatie - een vergelijkende studie -. IMG-TNO rapport D 42, Delft, november 1979.
- [66] Kondo, S., C. Hayashi and H. Kodama. Annoyance of aircraft noise in relation to background noise. Acoustical Soc. Am. and Ac. Soc. Jap. joint meeting, 1978.
- [67] Shepherd, K.P. Cumulative annoyance due to multiple aircraft flyovers with differing peak noise levels. J. Acoust. Soc. Am., Suppl. 1, Vol. 66, Fall 1979.
- [68] Bradley, J.S. Noise indices for fluctuating sound levels: a review. J. Acoust. Soc. Am., Suppl. 1, Vol. 66, Fall 1979.
- [69] Åhrlin, U and R. Rylander. Annoyance caused by different environmental noises. J. Sound Vibr., 1979, 8 Oct., Vol. 66, No. 3, p. 459-462.
- [70] Jonge, H. de. Inleiding tot de medische statistiek, deel 1, 1963.
- [71] Torgerson, W.S., Theory and methods of scaling, NY, Wiley, 1958.

