

KEUZE VAN EEN GELUIDSBELASTINGSINDICATOR (en de daaraan verbonden dosis-effectrelaties) OP BASIS VAN RECENTE INZICHTEN

Inhoud

1.	Doel van het geluidskadaster	2
2.	Keuze van de geluidsbelaastingenindicatoren.....	2
2.1.	Relatie lawaai – hinder	2
2.2.	Relatie lawaai – gezondheidsschade.....	3
2.3.	De EU of Miedema dosis-effect relatie.....	6
2.4.	Belang van de frequentie van het aantal overvluchten.....	11
3.	Geluidsisolatie.....	19
4.	Besluit	23
4.1.	Frequentie als meest realistisch en ook wetenschappelijk gefundeerde geluidsbelaastingenindicator zowel overdag als 's nachts	23
4.2.	Taak van de overheid	25
4.3.	Praktische uitwerking	25

1. Doel van het geluidskadaster

Het in kaart brengen van de geluidshinder als gevolg van vliegtuiglawaai heeft tot doel om

1. het geluidsimpact op de omwonenden, dat noodgedwongen varieert met de afstand tot de luchthaven en de as van een start/landingsbaan te meten en op te volgen
2. het aantal 'ernstig blootgestelden', dwz personen die aan een ontoelaatbaar geluidsniveau worden blootgesteld (in onbewoonbare zones, waar bvb meetbare gehoorschade optreedt, zware slaapstoornissen met dodelijke gevolgen, etc) te meten en deze personen zo goed als mogelijk te lokaliseren zodat door de nodige beleidsmaatregelen dit aantal zo laag mogelijk kan worden gehouden
3. voor zoveel mogelijk individuen de hinder/blootstelling per individu te beperken tot een niveau met minimale repercussie op de gezondheid
4. waar de lawaai-belasting desondanks kritische grenzen overschrijdt, remediërende maatregelen te treffen:
 - a. ruimtelijke ordening (industrieterrein, rangeerstation,),
 - b. onteigening
 - c. geluidsisolatie
5. via dit medium de gezondheidseconomische kost als gevolg van de luchtvaartgebonden activiteit, die ten laste valt van de overheid te meten en te betrekken bij een kosten-baten analyse.

2. Keuze van de geluidsbelastingsindicatoren

De keuze van de geluidsbelastingsindicator(en) is hierbij van cruciaal belang en dit zowel voor de nacht als voor de dag. Deze indicatoren moeten zich zo goed als mogelijk vertalen in de verschillende effecten op de gezondheid van de blootgestelde individuen. Volgens de WHO definitie is gezondheid: *'a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity'*¹.

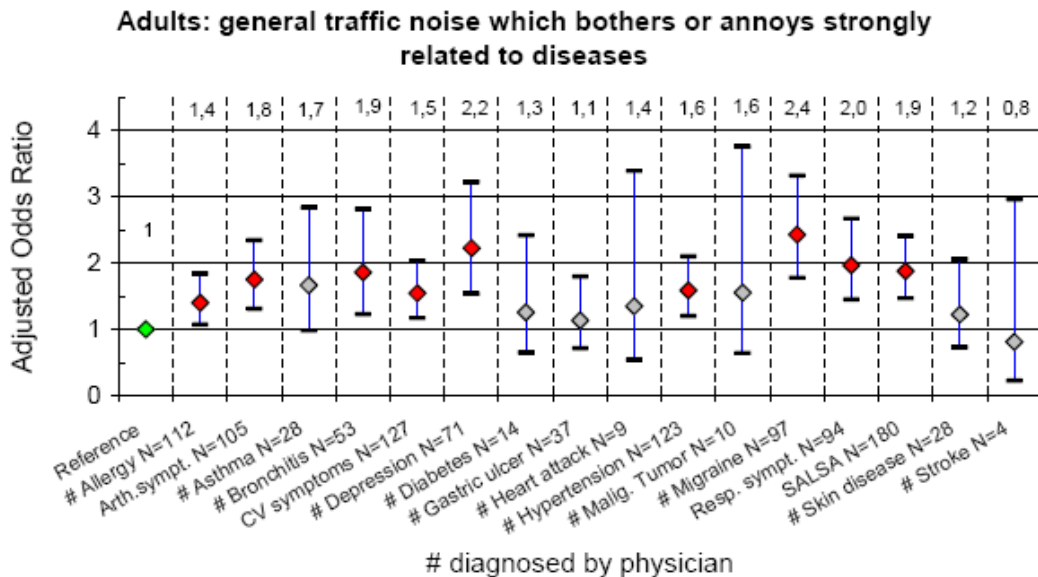
2.1. Relatie lawaai – hinder

In die strikte definitie betekent 'gehinderd worden door vliegtuiglawaai' (annoyance) als subjectieve gewaarwording van het individu als gegeven op zich en zoals die in bevragingen in het kader van epidemiologisch onderzoek kan worden gemeten, inderdaad reeds een inbreuk op de gezondheid. Het staat bovendien buiten kijf dat dit subjectief ervaren gevoel van lawaaihinder, zowel overdag als 's nachts inderdaad één van de mediators is van ernstigere gevolgen voor de gezondheid zowel op korte als op lange termijn en zich vertaalt in een hele reeks cardiovasculaire (hartinfarct, hypertensie, CVA), metabole (obesitas, diabetes), respiratoire (COPD, asthma, allergie), gastrointestinale (maagulcus), reumatische (arthritis) en psychiatrische (depressie, alcoholisme) aandoeningen en zelfs overlijden. Het WHO LARES rapport² toonde in dit verband sterke en dosis afhankelijke relaties aan tussen hinder door omgevingslawaai van alle aard **zowel overdag als 's nachts** en hoger vermelde aandoeningen.

Grafisch voorgesteld voor lawaaihinder overdag (annoyance) (hinder door verkeerslawaai van alle aard, WHO LARES):

¹ Guidelines for Community Noise, Berglund et al, 1999 pagina 1.

² WHO LARES: Noise effects and morbidity. Niemann H and Maschke C. WHO 2004.



En voor slaapverstoring tengevolge van verkeerslawaai van alle aard (WHO LARES):

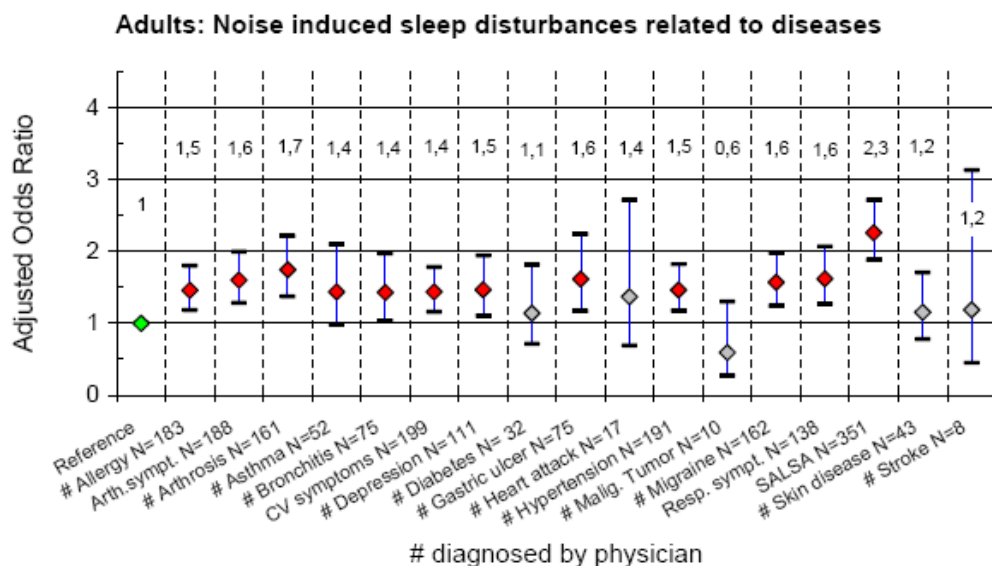


Figure 14: Relative disease risks for adults which indicated noise induced sleep disturbances within the last 4 weeks in comparison with adults without noise induced sleep disturbances. Adjusted for "age", "gender", "socio-economic state", "consumption of alcohol", "smoking behaviour", "sports", "body mass index", "dampness in dwelling", "air quality in dwelling", "winter temperature in dwelling", "daylight in dwelling", "green areas", "satisfaction with residential areas", "cities", "averaged outdoor temperature", and "averaged outdoor humidity" (N=4309).

Gelijkaardige relaties werden ook gevonden voor kinderen en bejaarden (> 65 jr) en gepubliceerd in het LARES rapport. Van alle bronnen van verkeerslawaai is vliegtuiglawaai het meest hinderlijk (WHO rapport 1999).

2.2. Relatie lawaai – gezondheidsschade

Anderzijds is het zo dat de afwezigheid van een subjectief gevoel van hinder tengevolge van lawaai geenszins betekent dat er geen gezondheidsschade is. Integendeel, de nadelige effecten van lawaai op de gezondheid worden zeker niet uitsluitend gemedieerd via de subjectieve gewaarwording van

hinder en bepaalde nadelige effecten van lawaai correleren beter met de objectieve geluidsbelasting dan met het subjectieve gevoel van hinder.

We verwijzen hier onder meer naar de recente studie van Willich³ waarin het risico op hartinfarct slechts marginaal geassocieerd was met 'annoyance' maar scherp toenam met objectieve geluidsbelastingsindicatoren voor omgevingslawaai (risico voor mannen x 1.46, vrouwen x 3.36 in geluidsbelaste zones).

Identieke verbanden werden gevonden tussen hypertensie en objectieve *nachtelijke* geluidsbelasting (en niet met subjectieve hinderbeleving) door omgevingslawaai (risico x 2 bij $L_{\text{night}} > 55$ dBA LA_{eq}) in de SGS studie⁴ en meer specifiek tussen objectieve geluidsbelasting door *vliegtuiglawaai (over dag)* en hypertensie in de Okinawa studie⁵ en in een meta-analyse door Van Kempen et al⁶ die vaststelden dat het hypertensie risico lineair toenam met een factor 1.26 per 5 dBA LA_{eq} blootstelling aan vliegtuiglawaai. Men mag hierbij niet vergeten dat een toename van de prevalentie van hypertensie met een factor 1.26 een enorme repercussie heeft op het gezondheidsbudget omdat hypertensie de belangrijkste risicofactor is voor cardiovasculaire aandoeningen als hersentrombose, hartinfarct en hartfalen.

In zeer goed gecontroleerde studies toonde Ohrström⁷ aan dat voor de effecten van blootstelling aan nachtelijk intermitterend geluid (zoals dat van gesimuleerd vliegtuiglawaai) in zekere mate gewenning kan optreden voor het ontwaken (dus voor het belangrijkste element van *subjectieve* hinder tengevolge van nachtelijk vliegtuiglawaai) maar niet voor de *objectieve effecten* ervan op lichaamsmotiliteit, bloeddruk, stresshormonen, moeheid en gedaald prestatievermogen de dag nadien. Het fenomeen van de opbouw van slaapschuld kan een belangrijke rol spelen in de gewenning van geluidsgevoelige individuen aan nachtelijke lawaai blootstelling: in lawaai belaste nachten wordt een slaapschuld opgebouwd die ervoor zorgt dat de slaapbehoefte zo intens wordt dat men toch in slaap valt of doorslaapt bij repetitieve blootstelling aan nachtelijk lawaai.

Wellicht zet het subjectief gevoel van hinder zelfs aan tot het nemen van protectieve maatregelen (ramen sluiten, oordoppen, verhuizen, opzoeken van een slaapkamer aan de minst lawaai belaste zijde van het gebouw, etc) waardoor het impact op de gezondheid nog enigszins kan worden beperkt. Er zijn zelfs aanwijzingen dat omwonenden die zich niet subjectief gehinderd voelen en dus geen protectiemaatregelen treffen tegen lawaai ernstiger geschaad worden dan zij die wél gehinderd worden.

We verwijzen hier naar de significante invloed van verkeerslawaai op het voorkomen van hoge bloeddruk zoals aangetoond in de bovenvermelde SGS studie.

Voor de onderzochte groep in toto blootgesteld aan een nachtelijke LA_{eq} van > 55 dBA bedroeg de odds ratio voor hypertensie 1.9, dwz dat in de lawaai belaste zones het risico op hypertensie met een factor 1.9 toenam tov de referentiezones zonder nachtlawaai:

³ Willich SN et al. Noise Burden and Risk of Myocardial Infarction, Eur Heart J **2006**;27(3):276-82

⁴ Maschke C et al. Epidemiologische Untersuchungen zum Einfluss von Lärmstress auf das Immunsystem und die Entstehung von Arteriosklerose, Forschungsbericht 298 62 515, **2003**, p 109.

⁵ Matsui T et al. Association between blood pressure and aircraft noise exposure around Kadena airfield in Okinawa. The 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, The Hague, 2001.

⁶ Van Kempen E et al. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. Environmental Health Perspectives **2002**;110:307-317.

⁷ Ohrström Evy. Sleep disturbances caused by road traffic noise – studies in laboratory and field. Noise & Health **2000**;8:71-78.

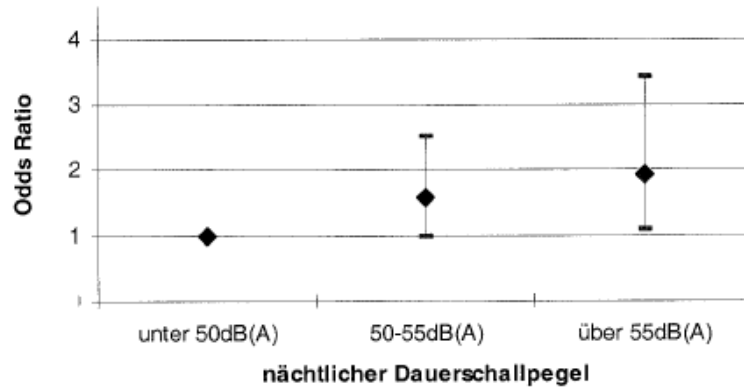


Abb. 9.5 Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle für die Perioden-Prävalenz von Bluthochdruckbehandlungen in Abhängigkeit vom äquivalenten Dauerschallpegel durch Straßenverkehr in der Nacht (alle Probanden die seit dem letzten Untersuchungsdurchgang (2 Jahre) nicht umgezogen waren)

Voor de groep die met open raam slaapt in de lawaaibelaste zone (en zich dus niet gehinderd voelt) bedroeg de odds ratio voor hypertensie 6 (dwz 6 x hogere kans op hypertensie):

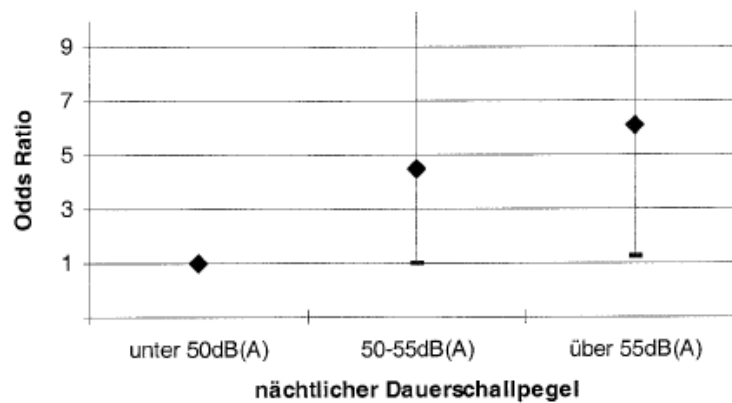
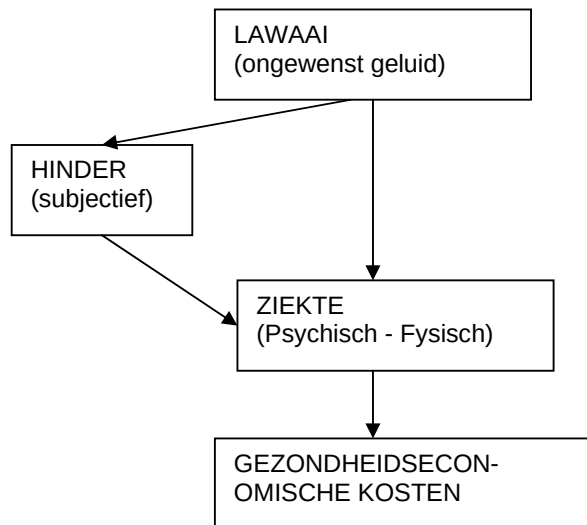


Abb. 9.7 Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle für die Perioden-Prävalenz von Bluthochdruckbehandlungen in Abhängigkeit vom äquivalenten Dauerschallpegel durch Straßenverkehr in der Nacht (Probanden, die angaben, überwiegend mit geöffnetem Fenster zu schlafen)

De odds ratio voor het optreden van hypertensie bedroeg dus 1.9 voor de lawaaibelaste groep in toto, maar wanneer met open raam werd geslapen steeg de odds ratio tot 6!

Uit het voorgaande blijkt dus dat de relatie tussen lawaai, geluidshinder en ziekte een bijzonder complexe relatie is:



2.3. De EU of Miedema dosis-effect relatie

De volgende vraag is natuurlijk welke geluidsbelastingsindicatoren men moet aanwenden om hinder en/of de gezondheidsrepercussie van lawaai, meer specifiek dan van vliegtuiglawaai, in kaart te brengen, maw welke geluidsbelastingsindicatoren best correleren niet alleen met subjectieve hinder maar ook en vooral met de nadelige effecten op de gezondheid. Dit is belangrijk, niet alleen voor het individu maar ook voor de overheid omwille van de gezondheidseconomische gevolgen..

De EU maakt gebruik van de dosis effect relaties van Miedema⁸. Hierin wordt de statistische relatie beschreven tussen een gemiddelde geluidsbelastingsindicator L_{den} en het % potentieel ernstig gehinderden, respectievelijk L_{night} en het % ernstig slaapverstoorden.

De door Miedema bij het opstellen van deze dosis effect relatie gevolgde methodologie is echter sterk voor kritiek vatbaar en achterhaald, waaruit blijkt dat ze geen geschikte dosis-effectrelatie is.

1. Het gaat hier om een compilatie van verschillende studies met uiteenlopende methodologie, uitgevoerd in Noord-Amerika, Australië en Europa. De situaties in de onderzochte luchthavens zijn vaak zeer sterk verschillend qua aantallen vliegbewegingen.
2. Miedema gaat ervan uit dat **effecten van de blootstelling aan individuele overvluchten onafhankelijk van mekaar zijn**, maw dit veronderstelt een voldoende spreiding in de tijd en een lage frequentie van blootstelling (TNO 2002.59 p 31).
3. **De studies waarop Miedema zich baseert, dateren van de periode tussen 1965 en 1992.** Van de 20 studies die Miedema in zijn analyse opnam, werden er 17 *gepubliceerd* voor 1985, dwz deze zijn een weerspiegeling van een vloot en vliegpatroon dat meer dan 20 jaar tot 41 jaar verleden tijd is en zich dus situeerde duidelijk voorafgaande aan de grote expansie van de luchtvaartsector. Voor Zaventem was er nauwelijks groei van 103.333 bewegingen per jaar in 1973 naar 107.407 per jaar in 1984, maar er was een meer dan verdubbeling tot 225.662 in 1994! (bron Ombudsdienst). We gaan ervan uit dat de groei zich ook in andere luchthavens vergelijkbaar ontwikkelde. Toen vlogen er dus heel wat minder maar veel luidruchtiger toestellen (bv Boeing 707 en 727). Nu vliegen er veel meer, maar minder luidruchtige

⁸ Miedema HME en Oudshoorn CGM. Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. Environmental Health Perspectives. 2001;109:409-16.

toestellen. In beide situaties kan de gemeten L_{den} of L_{dn} of LA_{eq} wel identiek zijn, terwijl de ervaren hinder totaal verschillend is. **De formules van Miedema zijn voor vliegverkeer dus niet meer aangepast aan de huidige vloot en de huidige frequentie.**

Dat de frequentie van nachtelijke blootstelling in de opgenomen studies alvast aanzienlijk lager ligt dan datgene waaraan de omwonenden rond Zaventem heden ten dage worden blootgesteld blijkt uit de tabel in de publicatie van Miedema (TNO 2002.59) op p 19: in de studie van Fidell (1995) bijvoorbeeld werden 77 personen gedurende 2717 nachten bestudeerd van 22u tot 7u, tijdens dewelke 43.934 indoor events werden opgetekend wat neerkomt op 16,17 events per nacht of 1,47 per uur. In deze studie gaat het bovendien om personen die zeer dicht bij het startbaan uiteinde wonen en dus een zekere gewenning kunnen vertonen voor ontwaking.

In de studie van Passchier (TNO 2002.27 en 2002.28) werden 418 proefpersonen gedurende 4.528 nachten aan 63.242 geregistreerde indoor events blootgesteld, wat neerkomt op 13,96 events per 11 uren nacht of 1,27 events per uur! (begrensd op 70 dBA LA_{max} indoor!).

Op dit ogenblik worden inwoners van Diegem en Haren blootgesteld aan gemiddeld 17 events per gemiddelde 7 uren nacht of 2,43 per uur, onbegrensd, met pieken tot 43 per 7 uren nacht of 6,14 per uur en zelfs tot 20 per uur tussen 4u en 5u. Als men dan nog de ochtendpiek in rekening brengt - in 2005 waren er 5223 vertrekken van op 25R tussen 6u en 7u - dan komt men nog op een bijkomende belasting van 14,3 vertrekken per nacht tussen 6u en 7u. Voor de ganse WHO nacht wordt dit 3,94 per uur. In die omstandigheden is van de veronderstelling dat de events onafhankelijk van mekaar optreden absoluut geen sprake meer en dus ook de analyse van Miedema totaal onbruikbaar.

4. **Elk van de studies, waarop Miedema zich baseert, gebruikt een eigen hinderschaal.** Miedema zelf gaat die **a posteriori en puur op basis van de informatie in literatuur omzetten in zijn eigen overkoepelende hinderschaal.** Hierdoor gaat de relatie tussen de formules van Miedema en de oorspronkelijkevraagstelling en interpretatie van bijhorende antwoorden totaal verloren.
5. In zijn eigen overkoepelende hinderschaal **bepaalt Miedema zelf vanaf welke waarde "men" sterk gehinderd is**, of gewoon gehinderd, of weinig gehinderd. **Deze grenzen zijn opnieuw vrij arbitrair**, en hebben geen relatie meer met de oorspronkelijke studies.
6. **Elk van de studies, waarop Miedema zich baseert, gebruikt een eigen eenheid voor het meten van geluidsblootstelling, vaak L_{dn} .** Miedema dient veronderstellingen te maken, die niet verifieerbaar zijn en waarover de oorspronkelijke artikels ook geen evidentie kunnen geven, om de gerapporteerde L_{dn} waarden om te rekenen naar L_{den} waarden die hij voor zijn eigen studies gebruikt.
7. Miedema heeft zijn **theorie in opeenvolgende publicaties naar buiten gebracht**. In de loop van deze opeenvolgende publicaties ziet men echter dat zijn resultaten sterk afhankelijk zijn van het al dan niet opnemen van bepaalde van de oorspronkelijke studies in zijn overkoepelende statistische analyses.

In de publicatie TNO 2002.59 (Elements for a Position Paper on Night – time Transportation Noise) slaagde Miedema er zelfs niet om een relatie aan te tonen tussen nachtelijke blootstelling aan vliegtuiglawaai (uitgedrukt in L_{night}) en zelf gerapporteerde slaapverstoring. Het is slechts in een aanvullende publicatie dat Miedema grondiger inging op de grote verschillen in de % ernstig slaapverstoorden **en pas na exclusie van zogenaamde 'outliers'** wel tot een dosis-effect relatie kwam⁹. Uit de discussie in deze publicatie blijkt overigens dat de Miedema analyse geen echte meta-analyse is (dwz gebaseerd op originele individuele meetpunten, waarover hij duidelijk niet beschikte) maar inderdaad niet meer dan een richtinggevende compilatie van studies. Aangezien Miedema zich dus enkel baseert op de

⁹ TNO Inro 2004.15 Self Reported Sleep Disturbance Caused by Aircraft Noise. Miedema and Vos

rapporteringen van oorspronkelijke studies, zijn de resultaten van zijn analyse heel sterk afhankelijk van de reeds door de oorspronkelijke onderzoekers gemaakte interpretaties.

Inderdaad, na bevraging bij de oorspronkelijke onderzoekers kwam hij erachter dat één van de studies waarop hij zich baseerde in Orly (FRA 239) gemaakt werd in een periode toen er een curfew (nachtelijk vliegverbod) was van 23u30u tot 6u30u, en **de L_{night} dus maar door 2 halve uren bepaald werd** (van 23h30u tot 24u en van 6h30u tot 7u). Desondanks besloot hij deze volstrekt atypische studie, die zoals te verwachten was veel minder slaapverstoring rapporteerde, **niet uit de analyse te verwijderen**.

De studie NET-522 (TNO 2002.28 Slaapverstoring door vliegtuiggeluid) daarentegen, die methodologisch zeer zuiver is, van zeer recente datum, in een naburig land met vergelijkbare socio-economische ontwikkeling en die een zeer duidelijk verband aantoonde tussen zelf gerapporteerde slaapverstoring en vliegtuiglawaai **werd uit de Miedema analyse geweerd** omdat ze als 'outlier' een veel hoger percentage ernstig slaapverstoorden rapporteerde dan de andere studies. Cfr bijgevoegd tabelletje (*italic* betekent dat de studie niet werd opgenomen in de analyse).

Table 2: Overview of aircraft noise studies: **bold**= new in the analyses; *italics*= now excluded; normal = was and is in analysis.

Study	N	Reference
FRA-239	264	Diamond,1986
NET-240	474	Diamond,1986
<i>NET-522</i>	572	<i>Passchier-Vermeer, 2002</i>
SWI-xxx	308	Wirth et al., 2004
UKD-024	2158	DORA, 1967
UKD-182	2274+613	DORA, 1980
UKD-238	598	Diamond, 1986
UKD-242	1294	Brooker,1983
USA-022	1751	Hazard, 1971
Total	9734	

Uiteindelijk heeft dit tot gevolg dat de Miedema relatie voor het percentage zelf gerapporteerde potentieel ernstig slaapverstoorden versus L_{night} **op één studie na volledig gebaseerd is op studies van voor 1986**. De Miedema analyse behelst 9.162 proefpersonen. **In 94.8% van de proefpersonen wordt dus gewerkt met gegevens van voor 1986 of meer dan 20 jaar oud!**

Miedema onderkent overigens zelf dit probleem zonder er evenwel een correcte duiding aan te geven: de gegevens van de NET 522 studie zijn immers volledig in lijn met de gegevens van een eerdere studie in de Schiphol regio (NET 371) betreffende 3.961 proefpersonen en die werd gerapporteerd in 1996. NET 522 en NET 371 tonen een significante stijging van het percentage zelf gerapporteerde ernstige slaapverstoring tov de vroegere studie op 474 proefpersonen, gerapporteerd in 1986 (NET 240) en die wél werd opgenomen in de analyse van Miedema. Met de woorden van Miedema zelf: '...Thus around Schiphol airport between 1985 and 1996 the level of self reported sleep disturbance at a given L_{night} appears to have risen considerably....'.

Bovendien worden de percentages van de NET 522 en NET 371 studies ook ondersteund door het GES onderzoek (cfr. elders in dit verslag).

Daar waar Miedema omwille van de scherpe stijging de beide NET studies niet heeft opgenomen in de analyse ware het beter geweest om zich af te vragen waarom deze waarneming zich heeft voorgedaan. Hiervoor zijn verschillende verklaringen:

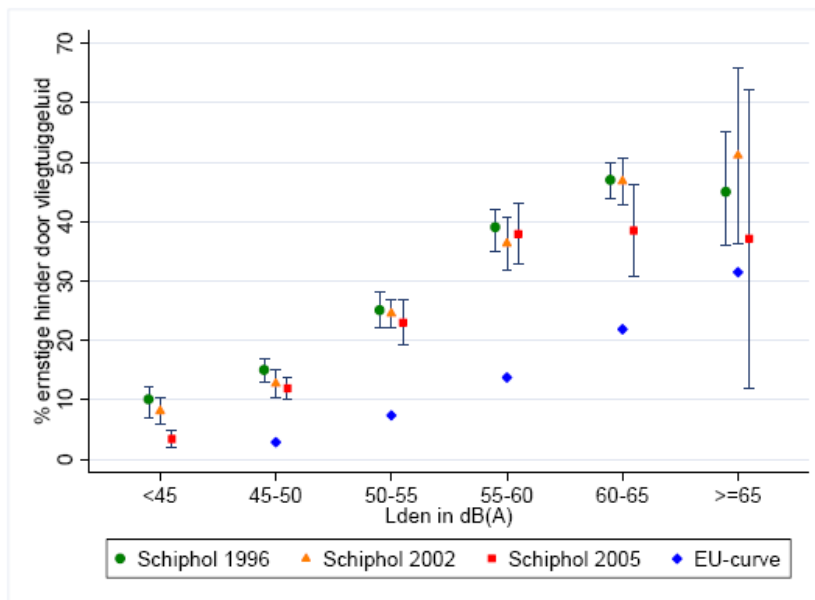
- verandering in vloot en aantal (meer vluchten met modernere minder lawaaierige toestellen, maw stijging frequentie en afname LA_{max})
- overschakelen van een verspreid naar een geconcentreerd vliegpatroon waardoor voor de lawaaibelaste zones de hinder exponentieel toeneemt en waardoor de hinder

door het frequentie-effect verplaatst wordt van zones dichtbij de luchthaven-naar zones verderaf-.

8. Een verdubbeling van het aantal vluchten zou volgens de formules van Miedema maar een stijging van 3% potentieel ernstig gehinderden opleveren.
9. De formules proberen enkel **een indicatie te geven hoeveel % potentiëel gehinderd is, en niet HOE groot de veroorzaakte schade is**. Bijvoorbeeld binnen de groep van de potentieel zwaar gehinderden zijn er veel gradaties van effecten. Men kan er niet omheen dat het impact van lawaaihinder op de gezondheid GEEN ALLES of NIETS fenomeen is. **Integendeel, zowel de relatie geluidsbelasting – hinder als de relatie geluidsbelasting – gezondheidsschade zijn beide duidelijk dosis afhankelijk**, wat overigens het causale verband ondersteunt¹⁰ en de relatie met frequentie is niet lineair maar exponentieel.

Samenvattend kan men stellen dat de EU dosis effect relatie werd bekomen aan de hand van een compilatie van studies met uiteenlopende methodieken en waarin een vrij arbitraire selectie werd doorgevoerd om ze al dan niet in de meta-analyse te betrekken. **Uit deze analyse blijkt dan ook dat de EU dosis-effect relatie anno 2006 geen betrouwbaar beeld meer geeft van het werkelijk aantal ernstig gehinderden of het aantal personen met ernstige slaapverstoring, en geen geschikte dosis-effect relatie kan zijn.**

In recente publicaties van het RIVM wordt inderdaad bevestigd dat rond Schiphol de EU dosis effect relatie het aantal ernstig gehinderden alvast zwaar onderschat¹¹. Het is daarbij opmerkelijk dat deze afwijking bij drie ijkpunten in de tijd werd vastgesteld, nl in 1996, 2002 én 2005, zodat het zeker niet om een toevallige vaststelling gaat.



Figuur 7-2 De relaties tussen ernstige hinder door vliegtuiggeluid en de L_{den} in de regio Schiphol voor 1996, 2002 en 2005 en de EU-curve (Miedema en Oudshoorn, 2001)

De onderzoekers trachten dit te verklaren door de onstabiliteit van de situatie rond Schiphol (in gebruik name van de vijfde baan) omdat de Miedema relatie enkel van toepassing zou zijn op een stabiele situatie. De vijfde baan (Polderbaan) werd echter slechts na de tweede evaluatie in gebruik genomen!

¹⁰ WHO LARES: Noise effects and morbidity. Niemann H and Maschke C. WHO 2004, p 16.

¹¹ Houthuijs DJM en van Wiechen CMAG. Monitoring van gezondheid en beleving rondom de luchthaven Schiphol RIVM rapport 630100003/2006, <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/630100003.pdf>.

Nu is de toestand rond een luchthaven met de steeds wijzigende vloot en de gestadige groei per definitie onstabiel. Dit geldt des te meer voor de toestand rond Zaventem met de sinds 1972 vrijwel permanente aanpassingen in zowel het baangebruik maar ook en vooral het vluchtroutegebruik. Het is echter vrijwel uitgesloten dat deze discordantie enkel te verklaren is door onstabiliteit van de geluidsbelasting. Zo stelt men rond Schiphol vast dat wanneer het aantal vluchten op de vluchtroutes geconcentreerd blijft en dus de frequentie van het aantal overvluchten hoog blijft het % mensen met ernstige geluidshinder relatief weinig afneemt met de afstand tot de luchthaven in concentrische cirkels, terwijl de L_{den} wél sterk afneemt met de afstand¹².

Tabel 6.2.1 Verdeling van de ernstige geluidshinder door vliegtuiggeluid binnen concentrische gebieden rondom Schiphol (populatie 2002).

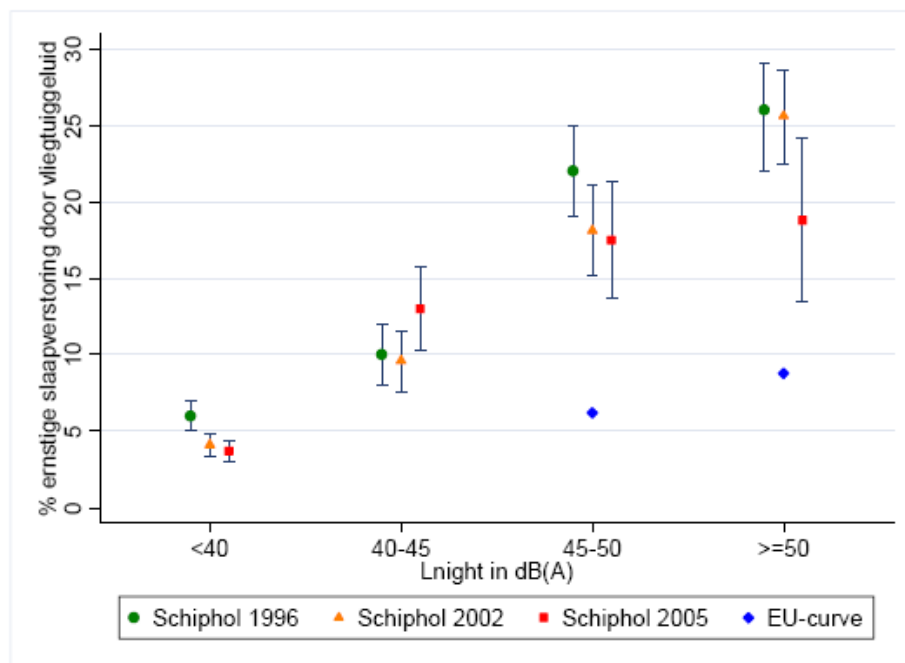
	Aantallen mensen ernstig geluidshinder (x10.000)		% mensen ernstige geluidshinder	
	Vier banen	Vijf banen	Vier banen	Vijf banen
< 5 km	13	11	24	20
5 – 10 km	119	105	22	19
10 – 15 km	93	86	14	12
15 – 20 km	60	59	17	16
20 – 25 km	62	64	15	16
25 – 30 km	45	46	11	11
Totaal/Gemiddeld	393	371	16	15

De voornaamste verklaring hiervoor is dat **met de toename van de afstand tot de luchthaven de frequentie van de overvluchten de belangrijkste determinant wordt van hinder.**

Ook voor subjectieve slaapverstoring onderschat de EU relatie zeer sterk de realiteit rond Schiphol, zoals blijkt uit hetzelfde rapport¹³

¹² Het Milieu rond Schiphol 1990-2010, Feiten en cijfers, Milieu en Natuurplan Bureau, <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500047001.pdf>

¹³ Bron: Houthuijs DJM en Van Wiechen CMAG: Monitoring van gezondheid en beleving rondom de luchthaven van Schiphol RIVM rapport 630100003/2006, <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/630100003.pdf> p 68



Figuur 6-2 De relaties tussen ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid en de L_{night} in de regio Schiphol voor 1996, 2002 en 2005 en de algemene relatie voor nachtelijk vliegtuiggeluid (Miedema en Vos, 2004)

Bovendien bleek uit het TNO onderzoek¹⁴ dat **slaapverstoring weliswaar gecorreleerd was met de intensiteit van de vliegtuiglawaai-belasting en dus meer voorkwam in de zwaarste belaste zones, maar dat anderzijds 98% van de vastgestelde slaapverstoring zich situeerde buiten de L_{night} 49 dBA contour, dus in het zogenaamde 'buitengebied' veel verderaf van Schiphol (TNO 2002.028 p 69)**

2.4. Belang van de frequentie van het aantal overvluchten

Aangezien vliegtuiglawaai een voorbeeld is van **onvoorspelbaar en intermitterend lawaai** kunnen we niet uitsluitend voortbouwen op dosis effect relaties die uitsluitend uitgaan van LA_{eq} of andere geluidsbelastingsindicatoren die enkel een (eventueel gewogen voor nacht en avond) gemiddelde van de geluidsdruk bevatten. De frequentie van overvluchten is immers een belangrijke factor in de hinder en **meerdere geluidsbelastingsindicatoren** moeten dan ook in beschouwing worden genomen.

Voor de nacht kan men zich alvast baseren op de WHO, die een aantal geluidscriteria heeft gedefiniëerd waaraan de slaapomgeving minstens moet voldoen om een goede nachtrust te garanderen. Hoewel inmiddels de richtwaarde van deze WHO criteria ook door tal van arresten werd erkend, ook binnen de Belgische rechtspraak, zijn deze criteria van uit medisch biologisch standpunt zeker niet te streng. Integendeel vrijwel zeker wordt met deze criteria de ernst van de slaapverstoring nog zwaar onderschat. Voor een kritiek op de WHO criteria en de bronnen waarop ze werden gebaseerd wordt verwezen naar het TNO rapport 2002.028 (p 10) en waarin de drempel voor slaapverstoring reeds bleek te liggen bij 32 dBA LA_{max} in de slaapkamer. De WHO veronderstelt dat men slaapt met de ramen op verluchtingsstand (gevelwering van 15 dB) en zonder oorprotectiemaatregelen (oorstoppen). De volgende richtlijnen worden vooropgesteld:

¹⁴ TNO 2002.027 Sleep disturbance and aircraft noise exposure. W Passchier-Vermeer et al. TNO 2002.028 Slaapverstoring door Vliegtuiggeluid, p 51
<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/441520019.pdf>

1. het **pieklawaai** mag de grens van 45 dB LA_{max} of 55 dBA SEL in de slaapkamer niet overschrijden, dit komt bij een gevelwering van 15 dB overeen met een niveau van 60 dB LA_{max} aan de gevel. Gevoelige personen worden reeds bij lagere intensiteit gestoord.
2. het **gemiddeld lawaainiveau** in de slaapkamer mag de 20 tot 25 dB LA_{eq,8h} niet overschrijden, dit is 5 tot 10 dB lager dan voor continu lawaai (30 dB LA_{eq,8h}); dit betekent dus dat de grens voor het gemiddeld lawaainiveau aan de buitengevel ligt bij 40 dB LA_{eq,8h}.
3. de **frequentie** van de overvluchten is belangrijk: hoogstens tien tot vijftien blootstellingen aan maximaal 45 dB LA_{max} in de slaapkamer per 8 uren nacht zijn toegestaan, dit komt overeen met een LA_{eq,8h} van 20 respectievelijk 25 dBA LA_{eq}.
4. het **verschil tussen het pieklawaai en het achtergrondlawaai** moet worden in rekening gebracht: vliegtuiggeluid is hinderlijker wanneer het niveau van het achtergrondlawaai lager is, zoals het geval is in een landelijke omgeving. Hiervoor moet eventueel een correctie worden aangebracht op de richtlijn.
5. wanneer het frequentiespectrum van het lawaai **laag frequente componenten** bevat zoals het geval is voor vliegtuiglawaai moet een correctie worden aangebracht omdat deze lage frequenties of trillingen ondervertegenwoordigd zijn in de dBA schaal. Wanneer er veel laag frequente componenten zijn kan slaapverstoring reeds optreden bij blootstelling aan lagere intensiteit dan de hoger vermelde richtlijnwaarden. Zo nodig moeten de metingen in de dBC of dBLin schaal gebeuren.

Naast de correcties voor de frequentie inhoud en het achtergrondlawaai (die er dus eerder voor pleiten om rurale gebieden *minder* te belasten dan stedelijke gebieden) weerhoudt de WHO dus **drie geluidsbelastingsindicatoren**, die alle drie moeten begrensd worden voor een hoogwaardige slaapomgeving: een maximale gemiddelde geluidsbelasting, een maximum niveau voor het pieklawaai en een maximum frequentie van het aantal overvluchten. Voor een goede slaap mag het pieklawaai binnen dus de 45 dBA LA_{max} niet overschrijden, de gemiddelde geluidsbelasting binnen LA_{eq, 23-7h} de 20 tot 25 dBA niet overschrijden en mogen er niet meer dan 10 tot 15 events optreden elk met een maximum tot 45 dBA LA_{max}. Als men deze blootstellingslimieten wil respecteren rondom de luchthaven is iedere nachtelijke vliegactiviteit uitgesloten.

Ter hoogte van de baanuiteinden van de luchthaven (zones 1-6 voor Zaventem) is in één der welk scenario de nachtelijke lawaai-belasting a priori sowieso te hoog om aan al deze criteria te voldoen, zelfs na het aanbrengen van geluidsisolatie. Maar ook verderaf is het beperken van de geluidsimmissie tot beneden de ontwakingsdrempel door maatregelen aan de bron (stille vliegtuigen) geen realistische optie op dit ogenblik¹⁵. Dit betekent dat vooral de frequentie van het aantal overvluchten in aanmerking komt voor beperking van de blootstelling aan vliegtuiglawaai. Onbewoonde of quasi onbewoonde corridors zijn (behalve naar Leuven toe, over Brussel ter hoogte van de kanaalzone en over het Zoniënwoud) niet meer over voldoende lange afstand voorhanden rond Brussel Nationaal.

De situatie is in dit verband fundamenteel verschillend van de situatie rond Schiphol waar nog poldergebieden voorhanden zijn en bovendien gebruik wordt gemaakt van vijf banen die in beide richtingen worden gebruikt.

De urbanisatie rond de luchthaven van Schiphol is inderdaad totaal verschillend van die rond Zaventem zoals overduidelijk blijkt uit de gegevens betreffende het aantal inwoners binnen de 55 dBA L_{night} contour. Voor Schiphol bedroeg dit voor het jaar 2004 amper 400¹⁶, voor Zaventem bedroeg dit liefst vijftienmaal meer namelijk 5.914 in datzelfde jaar¹⁷. Dit betekent dat het absoluut waanzinnig is om de procedés van relatieve concentratie in de nachtelijke vliegroutes en het baangebruik van Schiphol zonder meer over te nemen voor Brussel Nationaal met een veel grotere

¹⁵ Nederlandse Gezondheidsraad: The Influence of Night –time Noise on Sleep and Health, **2004**, p 17.

¹⁶ Houthuijs DJM en Van Wiechen CMAG: Monitoring van gezondheid en beleving rondom de luchthaven van Schiphol RIVM rapport 630100003/2006, <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/630100003.pdf>, p 26.

¹⁷ Geentjens G et al Geluidscontouren rond de luchthaven Brussel Nationaal voor het jaar **2004**, p 44.

bevolkingsdichtheid. Het spreekt voor zich dat men **bij voorkeur vliegt over onbewoond gebied ('non residential areas')** maar dat dit fundamenteel verschillend is van concentreren over 'minder dicht bevolkt gebied'.

Bij de milieudoelstellingen van de luchthaven van Sydney wordt heel duidelijk het onderscheid gemaakt tussen 'residential' en 'non residential areas', waarbij het expliciet wordt verboden vluchtroutes te concentreren boven woongebied¹⁸. Wanneer men dus opteert voor het behoud van nachtvluchten in een dicht bevolkt gebied zoals Vlaams-Brabant en Brussel, zijn daarvoor specifieke benaderingswijzen aangewezen en stelt zich de vraag **hoe voor zoveel mogelijk omwonenden een zo goed mogelijke slaapkwaliteit wordt bereikt**, door een concentratie scenario dat onvermijdelijk over dichtbevolkt gebied loopt dan wel doormiddel van een spreidingsscenario en hoe men de slaapverstoring in de verschillende zones het best kwantificeert.

Uit voorgaande blijkt dat gemiddelde geluidsbelastingsindicatoren (L_{night} , L_{den}) absoluut onvoldoende zijn voor kwantificering van de slaapverstoring. *Wanneer niet simultaan aan alle drie de WHO criteria kan worden voldaan*, is de protectie die uitgaat van een L_{night} indicator onvoldoende. Immers eenzelfde L_{night} kan worden bereikt door een eindeloze reeks combinaties van frequenties en pieklawaai van overvluchten. Het onderstaande tabelletje werd ontleend aan Miedema¹⁹:

Tabel 1 Aantal geluidgebeurtenissen per jaar met een bepaalde SEL waarde in de slaapkamer die op jaarbasis een $L_{Aeq}(23-07)$ van 25 dB(A) geven. Daarbij zijn de SEL waarden niet gecorrigeerd voor impuls-, tonale, of laagfrequent componenten.

Waarde van SEL in de slaapkamer (in dB(A))	Aantal geluidgebeurtenissen per jaar
55	10520
60	3327
65	1052
70	333
75	105
80	33
85	11
90	3
95	1

Het volstaat de extremen van deze tabel te bekijken om te weten dat de mate van slaapverstoring (zelfs indien enkel gemeten als het aantal ontwakingen) bij dezelfde gemiddelde geluidsbelasting sterk afhankelijk is van het aantal overvluchten: dezelfde gemiddelde $L_{Aeq,23-7h}$ op jaarbasis wordt bereikt door één enkele overvlucht per jaar, die éénmalig in de slaapkamer een geluidspiek genereert van 95 dBA SEL (vb door een Concorde) als door 10520 overvluchten per jaar die elk 55 dBA SEL in de slaapkamer genereren (of 28 per gemiddelde nacht!). Men kan dit ook makkelijk mathematisch onderbouwen en grafisch voorstellen gebruik makend van de formule van de Nederlandse Gezondheidsraad (NGR) die toelaat de **ontwakingskans te berekenen op basis van het pieklawaai en de frequentie van blootstelling (1997)**:

$$\text{Percentage ontwaking van één geluidsevent} = 0,18 * (\text{SEL} - 55)$$

(SEL waarde gemeten in de slaapkamer, enkel events met $\text{SEL} > 55$ dB in rekening brengen). Indien meerdere events voorkomen dient de som van de ontwakingspercentages van de individuele events genomen te worden.

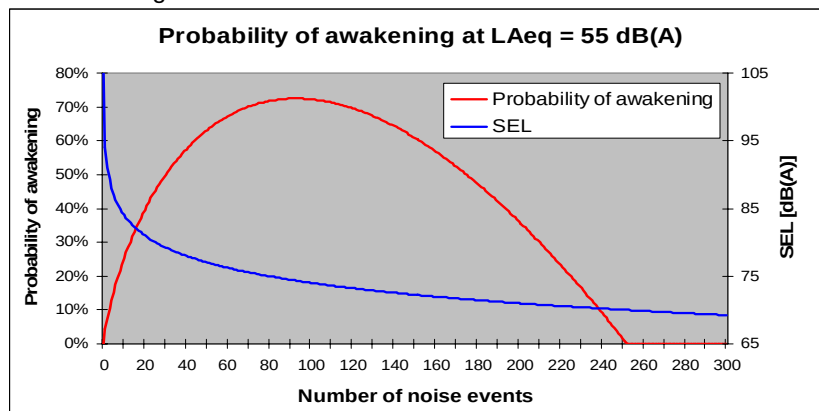
Een eenvoudig mathematisch voorbeeld: één nachtelijke vliegtuigpassage die aan de buitengevel 83 dBA SEL produceert, veroorzaakt een ontwakingsrisico van $0,18 \times (83-55 \text{ dBA}) = 5,04\%$ (kans dat

¹⁸ Airservices of Australia: Environmental principles and procedures for minimising the impact of aircraft noise, Environment Branch 21 november 2001.

¹⁹ Miedema HME, 1999, Beoordeling van Geluidpieken in de woonomgeving, TNO rapport 99.023, p 23

men 1 nacht op 20 wakker wordt). In een L_{night} of LA_{eq} model is de lawaaiproductie van dit toestel equivalent aan dat van twee nachtelijke vliegtuigpassages die elk aan de gevel 80 dBA SEL (83 dBA = 80 + 80 dBA) produceren zonder dat de L_{night} waarde verandert en die elk (indien voldoende gespreid in de tijd) een ontwakingsrisico met zich meebrengen van $0.18 \times (80-55) = 4.5\%$, samen dus 9% of nagenoeg 1 nacht op 10!. Hoewel in het L_{night} model de hinder gelijk is gebleven is het ontwakingsrisico praktisch verdubbeld door één meer lawaaierig toestel te vervangen door twee minder lawaaierige toestellen!

Grafisch voorgesteld:



Deze grafiek geeft de evolutie weer van de ontwakingskans per nacht in functie van het aantal overvluchten, wanneer de overheid binnen de marges van een bepaalde $LA_{\text{eq},23-7h}$ of L_{night} (in dit geval 55 dBA) het aantal overvluchten doet toenemen door luidruchtige toestellen (MD 11 of A 300) te vervangen door een groter aantal relatief minder luidruchtige toestellen (B 757).

Dit is het geval wanneer men met quota counts werkt (of wanneer men de slaapverstoring in kaart brengt dmv een gemiddelde geluidsbelastingsindicator L_{night}). Dit impliceert immers dat de overheid de vrijheid heeft om bij een gelijkblijvend aantal quota counts (hoeveelheid lawaai) dit quotum in te vullen met weinig meer lawaaierige of meer minder lawaaierige toestellen.

In de X-as staat het aantal overvluchten, in de Y-as links de kans op ontwaken en in de Y-as rechts de geluidsimmissie per vliegtuigpassage buiten (moet gecorrigeerd worden met 15 dB voor de gevelwering met raam in verluchtingsstand). De blauwe lijn geeft de geluidsimmissie weer ten gevolge van een vliegtuig. Die daalt uiteraard wanneer het aantal passages toeneemt omdat men beperkt is door het totale quotum of door een bepaalde LA_{eq} . De rode lijn geeft de ontwakingskans weer per nacht.

Men ziet heel goed dat de ontwakingskans sterk toeneemt wanneer binnen een bepaald quotum geluid het aantal passages toeneemt en naar een worst case scenario evolueert dat zich ongeveer voordoet bij een groot aantal passages met elk een geluidsimmissie aan de buitengevel van ongeveer 70 dBA SEL of 55 dBA SEL in de slaapkamer (rekeninghoudend met een gevelwering van 15 dB). Dit worst case scenario situeert zich ongeveer bij een geluidsterkte die iets boven de ontwakingsdrempel ligt van de WHO (55 dBA SEL of 45 dBA LA_{max}). Zeer talrijke, nog veel stillere toestellen dan wat vandaag vliegt betekenen dus het worst case scenario voor ontwaken.

De formule van de Nederlandse Gezondheidsraad gaat er bovendien van uit dat de events relatief weinig talrijk zijn en dus onafhankelijk van mekaar optreden (ze zijn gebaseerd op historische gegevens) zodat de ontwakingskans voor iedere passage als identiek wordt verondersteld, m.a.w. men veronderstelt dat de blootstelling gebeurt op een moment met vergelijkbare slaapdiepte. Dit is echter bij hoge frequenties manifest niet meer het geval. Bij repetitieve blootstelling wordt de ontwakingskans groter omdat de voorafgaande exposities de slaapdiepte verminderen. Bovendien is in de tweede helft van de nacht (REM slaap) de slaap minder diep en de ontwakingskans groter. Anderzijds kan men slechts wakker worden van een vliegtuig als men al terug is ingeslapen na de vorige passage. Dit levert echter geen biologische bonus op. Integendeel, het maakt het rampscenario compleet omdat men dan uitmondt in slaapdeprivatie. Deze theoretische curve onderschat dus nog in zeer sterke mate de ontwakingskans en zeker de slaapverstoring. Tot dezelfde conclusie komt

overigens ook de Nederlandse Gezondheidsraad²⁰: **'At a given L_{night} value, the most unfavourable situation in terms of a particular direct biological effect of night-time noise is not, as might be supposed, one characterised by a few loud events per night. Rather, the worst case scenario involves a number of noise events all of which are roughly 5 dBA above the threshold for the effect in question..'**

Op basis van de WHO criteria ligt de ontwakingsdrempel bij ongeveer 45 dBA LA_{max} , corresponderend met een SEL waarde van 55 dBA. De Nederlandse Gezondheidsraad stelt verder: **'However, limiting the SEL inside the bedroom to less than the biological effect threshold levels is not a technically realistic option at the present time.** Depending on how L_{night} is regulated, one option might also be **to limit the number of noise events'**. Om de ontwakingskans te minimaliseren met een realistische vloot van nachtelijk vliegende toestellen komt het er dus vooral op aan om de frequentie van blootstelling te beperken. Dit kan alleen door een adequate spreiding van de nachtvluchten worden bereikt.

Wanneer de frequentie van de overvluchten dus zeer hoog is (zoals nu het geval is rond Brussel Nationaal door de concentraties in het baangebruik en de vluchtroutes) dan is aan de premisse van de formule van de Nederlandse Gezondheidsraad dat de geluidsevents onafhankelijk van mekaar optreden niet meer voldaan. Dit is bijvoorbeeld manifest het geval wanneer in één uur tot 20 overvluchten optreden, dwz met een interval van 3 minuten. Een normale slaaplatentietijd is 12 tot 15 minuten. Wanneer een individu gewekt wordt door één van die overvluchten, die de slaap grondig verstoort, zal het individu de slaap niet meer kunnen vatten omdat de slaaplatentietijd die daarvoor nodig is langer is dan het interval tussen twee passages. Op dat moment zal het vliegtuiglawaai een verkorting van de slaapduur en dus een nog veel ernstigere vorm van slaapverstoring veroorzaken dan ten gevolge van ontwaken alleen.

Herinnerde ontwakings is echter een subjectief gegeven (op het EEG kan men ontwakings ook objectief documenteren), waarvoor een zekere graad van gewenning kan optreden, wat spijtig genoeg niet het geval is voor de door lawaai geïnduceerde primaire biologische effecten zoals polsversnelling, bloeddrukstijging, motiliteit of motorische onrust en stress hormoon vrijzetting die aan de basis liggen van de nadelige effecten op lange termijn met verhoogde kans op hartinfarct en tal van andere aandoeningen (cfr. WHO LARES, 2004).

Het belang van het worst case scenario bij toename van de frequentie wordt overigens ook door Miedema zelf onderkend in zijn vaak geciteerde 'Elements for a position paper on night time transportation noise and sleep disturbance (TNO 2002.59) wanneer hij de effecten modelleert van nachtelijk vliegtuiggeluid op motorische onrust, een parameter die integenstelling tot 'herinnerd ontwaken' objectief registreerbaar is en goed correleert met objectieve gezondheidsparameters zoals het aantal gezondheidsklachten, het medicijngebruik enz.

De volgende grafiek is aan deze publicatie ontleend²¹ en geeft de kans weer op motorische onrust bij verschillende niveaus van L_{night} in de slaapkamer (na aftrek van de gevelwering). Het is evident dat de kans op slaapverstoring kleiner is naarmate de L_{night} lager is. De drie curves geven bij hun respectievelijke cumulatieve nachtelijke belasting (respectievelijk 25, 30 en 35 dBA) de maximale slaapverstoring weer in functie van de SEL waarde ($SEL^* = SEL$ na aftrek gevelwering) en dus onrechtstreeks in functie van de frequentie. Inderdaad, bekijken we de maximale kans op motorische onrust (n_{max}) bij een L_{night} van 35 dBA dan zien we bij enkele events van 70 tot 75 dBA SEL^* in de slaapkamer nauwelijks een probleem. Indien we echter de SEL^* waarde laten dalen tot 45-50 dBA, waarvan veel meer events mogelijk zijn binnen de zelfde L_{night} waarde, dan komen we in het worst case scenario terecht. Bemerkt overigens, dat zelfs bij de premisse van onafhankelijkheid van de events bij stijgende frequentie de toename van de slaapverstoring niet lineair maar exponentieel is.

²⁰ The Influence of Night –time Noise on Sleep and Health, 2004, p 17.

²¹ 'Elements for a position paper on night time transportation noise and sleep disturbance (TNO 2002.59) pagina 32.

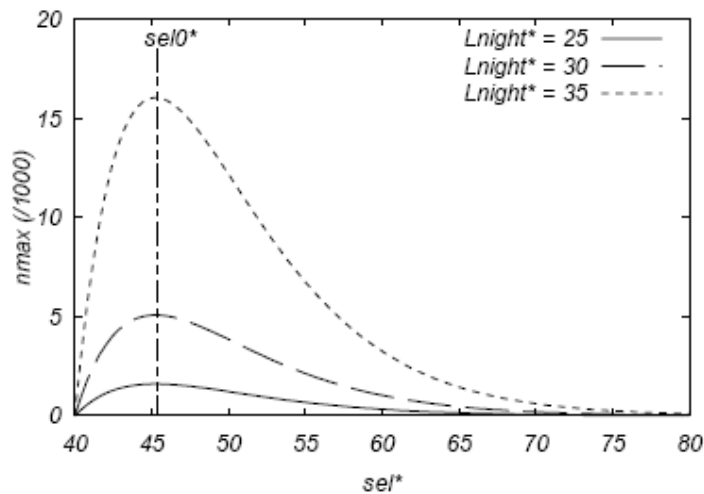


Figure 4.7: The curves give the maximum expected number of 15-s intervals with noise-induced motility, n_{max} , as a function of sel^* (average SEL^*) for L_{night}^* equal to 25, 30, or 35 dB(A), respectively. The curves have their maximum at $sel0^* = 45.3$ dB(A).

De L_{night} waarde is de enveloppe waarbinnen een eindeloze reeds combinaties mogelijk is van slaapverstoring afhankelijk van de invulling ervan in termen van frequentie en SEL^* waarde van de individuele events. Met de woorden van Miedema zelf: '...With a given L_{night} the worst case regarding the incidence of instantaneous effects occurs when the events cause indoor SEL^* values just above the effect threshold. Consequently, **extra protection in addition to a limit in terms of L_{night} cannot be provided with limits for SEL (or LA_{max}) but requires limits for the number of events** if the threshold of the effect is much lower than levels that can be prohibited. M.a.w. rondom de luchthaven moet gezien de huidige technische beperkingen (onmogelijkheid om de geluidsemissie op korte termijn drastisch te beperken) de normering gebaseerd zijn op frequentie en niet op immisielimieten, zoals nu het geval is in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, omdat daardoor de frequentie in de Vlaamse rand immers naar een worst case scenario evolueert.

De relatie tussen de gevolgen voor de gezondheid en de frequentie van blootstelling is dus absoluut niet lineair. Bij weinig frequente gebeurtenissen zelfs met zeer hoge intensiteit is de schade minimaal, maar de schade loopt exponentieel op wanneer de frequentie toeneemt. Omdat de gezondheidsschade bij hoge frequentie van blootstelling dramatisch kan oplopen stelde ook de **Vlaamse Gezondheidsraad** voor om hierin het voorzorgsprincipe te hanteren en dat daarom dus '...;concentratie van nachtvluchten over bewoond gebied ontoelaatbaar is...' (Advies van de Vlaamse Gezondheidsraad VG 2003/01).

De sterke invloed van frequentie van het aantal overvluchten op de nadelige effecten van nachtvluchten voor de gezondheid is ook de voornaamste reden waarom een spreidingsscenario voor nachtvluchten in de context van Zaventem ook de gezondheidseconomische kosten ten laste van de overheid drukt zoals werd aangetoond in een studie van de RU Gent²². Hierin werden twee scenario's vergeleken: het concentratiescenario over de Noordrand en het beperkte spreidingsscenario van het geamendeerde plan Anciaux. Bij gespreid vliegptraan daalde de jaarlijkse gezondheidseconomische kost van 149 miljoen euro naar 120 miljoen euro en het te verwachten aantal premature overlijdens van 215/jaar naar 173/jaar.

Een objectieve maat voor de repercussie op de gezondheid zou de geschatte gezondheidseconomische kost kunnen zijn, die dus lager is bij spreiding dan bij concentratie, wat zeker verband houdt met de ruimtelijke ordening rond de luchthaven van Zaventem die geen onbewoonde corridors meer heeft. Overbelasting ter hoogte van de baanuiteinden is onvermijdelijk en

²² Annemans L: Gezondheidseconomische Gevolgen van Nachtvluchten, RU Gent, februari 2004.

kan enkel worden aangepakt door het afwisselen van lawaainachten met rustnachten, maar vanaf ongeveer 3 km van de start-of landingsbaan kan door de beperking van de frequentie van blootstelling de gezondheidsschade individueel en op bevolkingsschaal worden beperkt door een doorgedreven vluchtroutespreiding waardoor de nachtelijke blootstelling per individu kan worden beperkt tot enkele overvluchten per 8 uren nacht. Het uiteindelijk criterium hierbij zou kunnen zijn om de ontwakingskans op basis van de formule van de Nederlandse Gezondheidsraad of de FICAN formule te beperken tot minder dan 5% of 10% per nacht. We vermelden hier dat in de milieuvergunning van BIAC uit 1999 inderdaad een ontwakingskans van 5% per nacht als een aanvaardbaar criterium werd gehanteerd want het vormde de basis voor de 90 dBA SEL norm buiten de gebruikelijke nachtcontour.

Welke geluidsbelastingsindicator overdag heeft de beste correlatie met de effecten op de gezondheid? De WHO is inderdaad ook zeer expliciet in haar **richtlijnen voor lawaai**blootstelling **overdag**, die zo mogelijk nog strenger zijn dan de richtlijnen voor nachtlawaai. Hiervoor worden verschillende motieven aangehaald:

1. de **behoefte aan rust en slaap overdag van relatief grote segmenten van de bevolking** (kinderen, bejaarden, ploegenarbeiders, zieken, etc) zodat in kinderdagverblijven ('preschools'), ziekenhuizen dezelfde richtwaarden van toepassing zijn als in slaapkamers (pieklawaai 45 dBA LA_{max} , gemiddelde geluidsdruk 30 dBA LA_{eq} voor continu lawaai, 20 tot 25 dBA LA_{eq} voor intermitterend lawaai zoals vliegtuiglawaai). Dit geldt zeker voor de zogenaamde randen van de nacht namelijk tussen 22h en 23 h en tussen 06h en 09h waar aanzienlijke segmenten van de bevolking slapen en dus ook door het vliegverkeer in hun slaap worden gestoord. Dit werd duidelijk aangetoond in de TNO studie 2002.027 (p 42) waar 27.6% van de slaapverstoring van omwonenden kon worden toegeschreven aan vliegverkeer tussen 06 en 07 h en zelfs 32% aan het vliegverkeer na 07 h. De verhoudingen houden natuurlijk verband met het verschillend 'nachtelijk' vliegpatroon in Schiphol in vergelijking met Zaventem. In Schiphol zijn er veel minder echte nachtvluchten tussen 23 h en 06 h.
2. de **rechtstreekse interferentie van lawaai met de communicatie**: men gaat ervan uit dat het achtergrond lawaai in klaslokalen de 35 dBA LA_{eq} niet mag overschrijden en dat alle lawaai dat luider is dan 35 dBA LA_{max} interfereert met de spraakverstaanbaarheid en communicatie; immers een normaal sprekend persoon (leraar) produceert stemgeluid met een intensiteit van 50 dBA LA_{max} en voor een goede verstaanbaarheid (op 1 m afstand!) moet het achtergrondlawaai minstens 15 dB stiller zijn. Dit betekent dus dat vliegtuiglawaai dat in de klas 35 dBA LA_{max} veroorzaakt storend is voor het onderwijs, bij een gevelwering van 15 dB (zomer, raam op verluchtingsstand) betekent dit dat vliegtuiglawaai aan de buitengevel hinderlijk is vanaf 50 dBA LA_{max} ²³.
3. **lawaai en vliegtuiglawaai zijn bronnen van ergernis of 'annoyance' en interfereren op die manier ook onrechtstreeks met het onderwijs en het prestatie vermogen van de volwassenen, zijn overigens (WHO LARES rapport) op die wijze ook ziekmakend**²⁴.

Inmiddels hebben talrijke studies aangetoond dat vliegtuiglawaai ook overdag schade toebrengt aan de intellectuele ontwikkeling van schoolgaande kinderen²⁵. De relatie tussen geluidsbelasting en 'annoyance' voor kinderen werd aangetoond in het WHO LARES rapport. Recente studies tonen een rechtstreeks kwantitatief verband aan tussen de gemiddelde lawaai-belasting en leesstoornissen bij kinderen rond drie grote Europese luchthavens²⁶.

²³ WHO 1999, Berglund, Lindvall and Schwella, Guidelines for community noise, Executive Summary p 25-26.

²⁴ WHO LARES: Noise effects and morbidity. Niemann H and Maschke C. WHO **2004**.

²⁵ Voor overzicht zie: Matheson MP et al. The Effects of chronic Aircraft Noise Exposure on Children's Cognition and Health: 3 Field Studies: Noise and Health **2003**;5:31-40.

²⁶ RHANCH project: Stansfeld SA et al. Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. Lancet **2005**;365:1942-49.

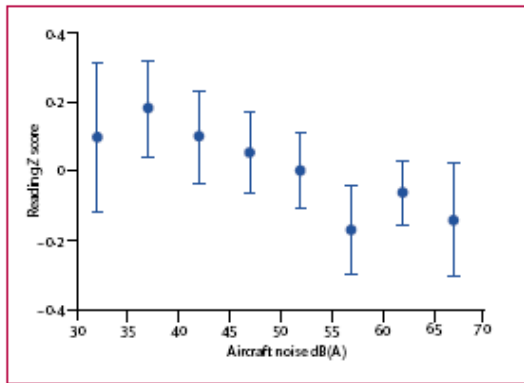
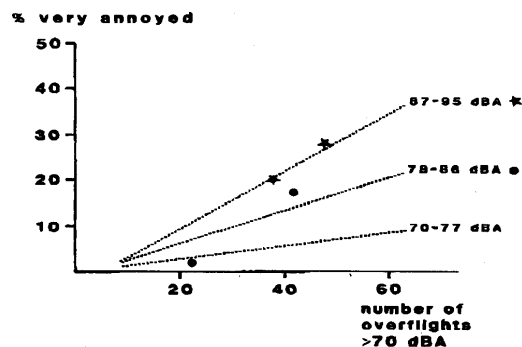


Figure 1: Adjusted mean reading Z score (95% CI) for 5 dB bands of aircraft noise (adjusted for age, sex, and country)

Waarom is ook overdag de frequentie van blootstelling de meest kritische parameter en niet de LA_{eq} of de LA_{max} ?

- gegevens van Bjorkman²⁷ wijzen erop dat 'annoyance' tengevolge van vliegtuigen slecht correleert met de gemiddelde geluidsdruk (LA_{eq} , in deze studie FBN, het zweeds equivalent voor LA_{eq}) maar **heel sterk met het aantal overvluchten en het piekniveau**. Maw om hinder door vliegtuigen te kwantificeren moet men pieklawaai en aantal vluchten in rekening brengen en om hinder dus te minimalizeren moet het aantal en het piekniveau naar omlaag. Het gaat hier uiteraard om historische gegevens met een totaal andere vlootsamenstelling en frequentie van blootstelling.



- de gegevens van Bjorkman zijn overigens helemaal in lijn met oudere gegevens van Rylander²⁸ die duidelijk aantonen dat hinder best correleert met het aantal events en veel minder met de gemiddelde geluidsdruk of LA_{eq} .
- **de relatie tussen annoyance en Ldn is niet lineair maar exponentieel²⁹.**
- **bepaalde bevolkingsgroepen slapen ook overdag en qua slaapverstoring is de frequentie de meest kritische parameter (cfr supra)**
- FICAN³⁰ erkent dat het niet bekend is hoelang de kennisoverdracht en de communicatie in klaslokalen wordt verstoord telkens een vliegtuig overvliegt en dat hier dringend wetenschappelijk werk noodzakelijk is. Het intermitterend karakter van vliegtuiggeluid maakt dat het bij een relatief lage LA_{eq} waarbij verkeerslawaai de les niet meer verstoort toch nog steeds storend is.

²⁷ Bjorkman M. et al Aircraft Noise Annoyance and Average versus Maximum Noise Levels. Archives Environmental Health **1992**;47:526-9.

²⁸ Rylander R. Importance of the number of events and maximum noise levels in evaluating annoyance. Soz Praventivmed 1982;27:115-9.

²⁹ Scheuch K et al. Evaluation Criteria for Aircraft Noise Reviews on Environmental Health 2003;18:185-201.

³⁰ FICAN position on Research into Effects of Aircraft Noise on Classroom Learning (September 2000).

Het komt er dus ook overdag op aan de hinder te kwantificeren aan de hand van het pieklawaai en de frequentie, maw een kwantificering uitsluitend in termen van LA_{eq} of afgeleide grootheden is voor vliegtuiglawaai absoluut onvoldoende. Daarbij dienen overdag identieke criteria gehanteerd te worden als gedurende de nacht omdat (1) veel personen ook in de 'dagperiode van 07 tot 23 h' slapen, (2) voor ziekenhuizen en klaslokalen dezelfde WHO richtlijnen gelden als voor slaapkamers en (3) de hinder door vliegtuiglawaai enkel goed gekwantificeerd wordt wanneer zowel pieklawaai als frequentie worden in rekening gebracht.

Over dag nog meer dan 's nachts geldt dat beperkingen aan de bron in de huidige staat van de technologische ontwikkeling geen realistische optie zijn en dat dus het frequentie element de belangrijkste hinderfactor is. Het komt er dan op aan een minimum pieklawaainiveau te bepalen vanaf het welk een overvlucht als hinderlijk wordt bestempeld.

Voortgaande op de WHO criteria ligt de drempel vanaf welke een vliegtuigpassage als hinderlijk wordt bestempeld op 55 dBA LA_{max} . Dat het technisch perfect mogelijk is om zgn NA60 ('Number Above 60 dBA LA_{max} ') contouren op te stellen blijkt uit een recent rapport van de Commissie Geluidhinder Schiphol³¹. De kritiek die daarin echter op de betekenis van deze contouren geuit wordt slaat enkel op het feit dat dergelijke contouren de gemiddelde geluidsbelasting (L_{den}) kunnen onderschatten omdat alle events beneden het zogenaamde NA niveau niet worden meegeteld. Het blijft uiteraard de verantwoordelijkheid van de overheid om de globale geluidsbelasting te reduceren gebruikmakend van een beperking van de individuele QC per toestel en van de globale QC. Als deze commissie de relevantie van de NA60 contouren niet inziet dan is dit uitsluitend te wijten aan het feit dat ze onder haar leden geen enkele medicus telt die het impact van geluidsbelasting op de gezondheid en het slaapgedrag in het bijzonder kan vertalen.

Idealiter worden conform de WHO gegevens NA55 contouren berekend en gemeten afzonderlijk voor de nacht en voor de dag. **Naar analogie met Sydney Airport, dat geen nachtvluchten kent, wordt een burger die aan minder dan 50 overvluchten per dag of een $LA_{eq, 24h}$ van minder dan 40 dBA wordt blootgesteld als niet gehinderd beschouwd.** Deze stelling is volgens de Australische autoriteiten gebaseerd op de gegevens van het WHO document uit 1999. Immers wanneer men het WHO criterium voor de Leq overdag van 40 dBA omrekent naar vliegbewegingen dan bekomt men het aantal beneden de welke men niet als gehinderd kan worden beschouwd. Deze berekening ligt aan de basis van de richtlijn in het document van Airservices Australia³². Het getal 50 is afgeleid uit het aantal landende vliegtuigen dat nodig is om een cumulatieve geluidsbelasting te creëren van 40 dBA $LA_{eq, 24h}$. Inderdaad, in de WHO Guidelines for Community Noise lezen we het als volgt: 'To protect the majority of people from being seriously annoyed, the sound pressure on balconies, terraces and outdoor living areas should not exceed 55 dB LA_{eq} for a steady, continuous noise. To protect the majority of people from being moderately annoyed during the daytime, the outdoor sound pressure level should not exceed 50 dB LA_{eq} . These values are based on annoyance studies, but **most countries in Europe have adopted 40 dB LA_{eq} as the maximum allowable level for new developments (Gottlob 1995). Indeed, the lower value should be considered the maximum allowable sound pressure level for all new developments whenever feasible.'**

3. Geluidsisolatie

Over bewoond gebied nachtvluchten concentreren is theoretisch enkel aanvaardbaar indien men over volwaardige compensatie mogelijkheden beschikt:

1. onteigening of herbestemming van de gronden voor andere (industriële) doeleinden voor zwaar belaste zones vlakbij de luchthaven
2. geluidsisolatie, op voorwaarde dat die geluidsisolatie effectief bescherming biedt tegen de nadelige effecten van vliegtuiglawaai op de gezondheid

De vraag die zich dan inderdaad stelt ten aanzien van het isolatieproject is, nog afgezien van de gigantische technische en economische consequenties of geluidsisolatie ook effectief beschermt

³¹ Eversdijk H et al. Commissie Deskundigen Vliegtuiggeluid, Derde Voortgang Rapportage, 29 september 2004.

³² Environmental Principles and Procedures for Minimising the Impact of Aircraft Noise, 21 November 2002.

tegen de nadelige gevolgen van vliegtuiglawaai overdag en 's nachts voor de gezondheid. **De hamvraag is dus niet of mits technische ingrepen een akoestische verzwakking van het vliegtuiglawaai van X dB kan worden bekomen maar wel of deze akoestische verzwakking ook daadwerkelijk resulteert in een significante vermindering van de gezondheidsrepercussie en een verbetering van de leefkwaliteit.**

Tot op heden is er geen enkele studie die heeft aangetoond dat geluidsisolatie effectief beschermt tegen het vliegtuiglawaai. Dit is ook de opinie van de WHO ter zake in een recent rapport: 'Gaps: Insulation and health perception: *Studies of the effectiveness of insulation programs are needed*'³³. Waarin duidelijk wordt gesteld dat het nut van isolatiemaatregelen, hoewel populair bij luchthavenuitbaters, als bescherming tegen de gezondheidseffecten van vliegtuiglawaai nooit werd bewezen.

Integendeel, twee grote studies tonen aan dat isolatie geen enkel effect heeft op leefkwaliteit en slaapverstoring als gevolg van vliegtuiglawaai. In de eerste studie wordt de problematiek geschetst en een overzicht gegeven van wat er tot op dat ogenblik (1991) aan studie materiaal voorhanden is³⁴. De studie toont aan dat het aanbrengen van de klassieke geluidsisolatiemaatregelen geen enkel effect heeft op 'annoyance' als gevolg van vliegtuiglawaai:

Noise Exposure Interval (dB)	Percentage of Respondents not Annoyed		Percentage of Respondents Annoyed	
	Insulated	Not Insulated	Insulated	Not Insulated
65 – 67.5	Number too small	23	Number too small	76
67.5 - 70	27	19	74	78
70 – 72.5	20	14	74	79
72.5 - 75	12	20	88	72

In de tweede studie³⁵ wordt ook uitvoerig ingegaan op het effect van geluidsisolatie op slaapverstoring en annoyance.

In deze studie werden 8000 omwonenden van een luchtmachtbasis op Okinawa bevraagd naar annoyance, quality of life en slaapverstoring tengevolge van vliegtuiglawaai. De geluidsbelasting over 24 uur werd uitgedrukt in WECPNL (een gewogen maat gebaseerd op een nachtperiode van 22 h tot 07 h waaraan een gewicht 10 wordt toegekend in vergelijking met de dag en een avondperiode van 19 h tot 22 h waaraan een gewicht 3 wordt toegekend). In vergelijking met L_{dn} liggen de WECPNL waarden ongeveer 11 tot 16 dB hoger, bvb komt een geluidsbelasting van 66 WECPNL dB overeen met 50 dB L_{dn} (cfr vergelijkende tabel 2.7 p 15 van de studie).

- Ongeveer de helft van de woningen was geluidsgeïsoleerd inclusief airconditioning. De respondenten werden gekozen uit zones met verschillende geluidsbelasting en in een controle zone zonder vliegtuiglawaai. De voornaamste conclusies uit het luik isolatie van dit lijvig onderzoek zijn dat het aanbrengen van **geluidsisolatie kan resulteren in een fysieke verzwakking van het vliegtuiggeluid tussen 20 en 25 dB maar geen enkele invloed heeft op: annoyance (fig 4.4 p 40)**
- **interferentie met de communicatie** (spraakverstaanbaarheid) (p 4.5 p 41)
- **slaapverstoring** (fig 4.6 p 41)
- tevredenheid met de leefomgeving (**quality of life**) (fig 4.7 p 42)

De curves van bewoners van huizen met en zonder geluidsisolatie/airco vallen perfect samen:

³³ WHO Bonn Regional Office for Europe. Technical meeting on aircraft noise and health. Meeting Report Bonn Germany 29-30 October **2001** p. 7.

³⁴ Fidell S and Silvati L: An assessment of the effect of residential acoustic insulation on prevalence of annoyance in an airport community. J Acoust Soc Am **1991**;89:244-247.

³⁵ Yamamoto et al. Okinawa Prefectural Government (**1999**). A report on the aircraft noise as a public health problem in Okinawa. Okinawa Prefectural Government: Office of Environmental Protection, Department of Culture and Environmental Affairs.

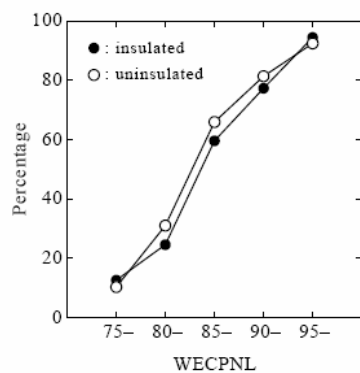


Figure 4.4 Percentage of the response on the annoyance *vs.* WECPNL in relation to sound insulation.

Category: "1. Very annoying." "2. Pretty annoying."

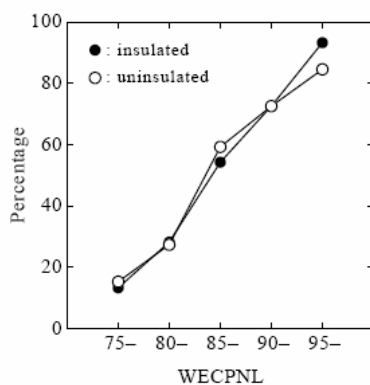


Figure 4.5 Percentage of the response on the interference with conversation *vs.* WECPNL in relation to sound insulation.

Category: "1. Always." "2. Often."

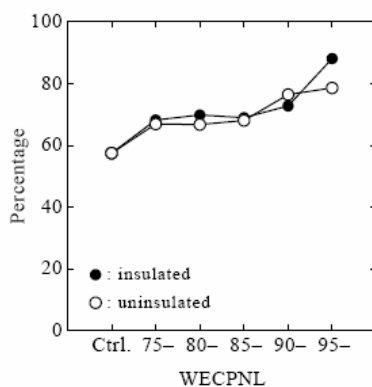


Figure 4.6 Percentage of the scores on the sleep disorders "Once or more a month" *vs.* WECPNL in relation to sound insulation.

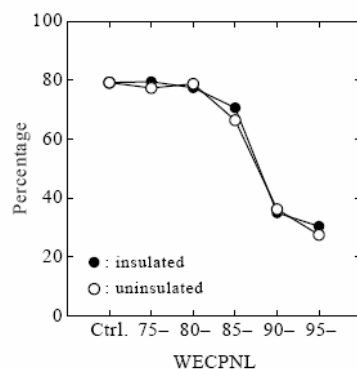


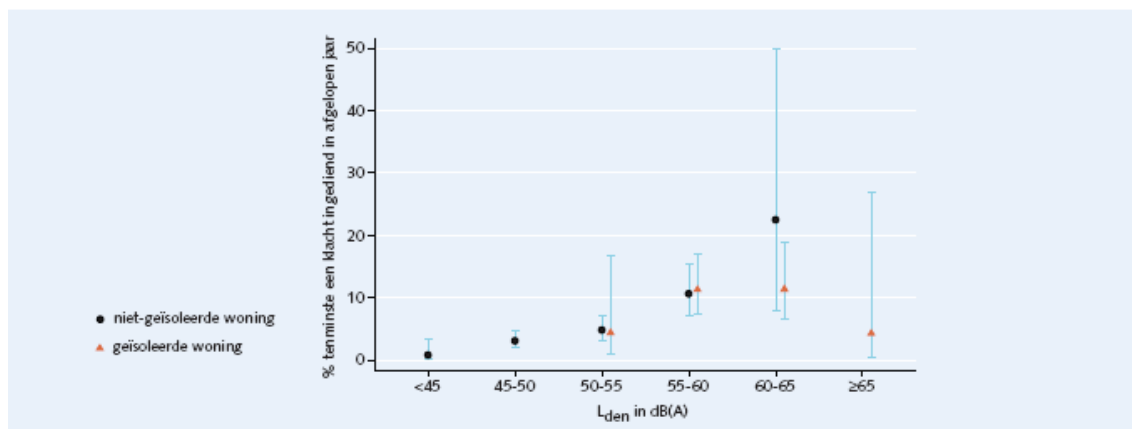
Figure 4.7 Percentage of the responses on the neighbourhood satisfaction *vs.* WECPNL in relation to sound insulation.

Category: "1. Very good to live in." "2. Good to live in." "3. Rather good to live in. "

Uit het TNO rapport 2002.027 blijkt overigens dat 60% van de bewoners van geluidsgeïsoleerde woningen rond Schiphol het jaar door met open raam slaapt, m.a.w. geen baat heeft van de gedane investeringen omdat het comfortverlies van slapen in een afgesloten ruimte (stijging temperatuur, stijging vochtigheidsgraad) klaarblijkelijk niet opweegt tegen de voordelen van de verzwakking van het vliegtuiggeluid.

In het RIVM rapport opgesteld in opdracht van het Nederlandse Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Evaluatie Schipholbeleid/Schiphol beleefd door omwonenden, 16 november **2005**) bleek overigens dat het aanbrengen van geluidsisolatie weinig of geen invloed had op het aantal klachten bij de commissie geluidhinder Schiphol, behalve mogelijk in de zeer directe nabijheid van de luchthaven:

Figuur 6-1 Het percentage één of meer malen klagen in de afgelopen 12 maanden in 2005 in de regio Schiphol uitgesplitst naar L_{den} en de geluidsisolatie, inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval



Bron: vragenlijstonderzoek 2005

Enkel in de zeer zwaar belaste zone met L_{den} tussen 60 en 65 dBA was er een invloed merkbaar maar het is bekend dat in die zwaar belaste zones andere factoren in belangrijke mate het klaaggedrag beïnvloeden zoals socio-ecomische factoren (lage sociale klasse, tewerkstelling op de luchthaven, etc). Het gaat hier uiteraard om zones in de onmiddellijke nabijheid van de luchthaven, de zogenaamde baanuiteinden (vergelijkbaar met zones 1-6 rond Zaventem) waar de geluidsbelasting onvermijdelijk zeer hoog is en blijft en waar het aanbrengen van geluidsisolatie mogelijk tot een verzachting van de overlast kan aanleiding geven. Verder van de luchthaven doet zich echter over zeer lange afstand het dominerende effect gevoelen van de frequentie op slaapverstoring en leefkwaliteit overdag: isolatie gaat namelijk hand in hand met concentratie van vluchtroutes en de combinatie van beide transformeert een voorheen milde graad van slaapverstoring in een worst case scenario (cfr hoger vermelde grafiek op basis van Nederlandse Gezondheidsraad).

Het is nogal evident dat geluidsisolatie van woningen overigens geen bescherming biedt tegen overvliegende toestellen overdag en dat het andere nog onvoldoende onderzochte potentiële nog veel ernstigere problemen voor de gezondheid kan introduceren, die verband houden met temperatuurstijging tijdens de slaap, gebrekkige ventilatie, allergie en indoor pollutie in het algemeen.

Daarbij komt nog dat de kost van geluidsisolatie gigantisch hoog is en het implementatieritme zeer traag. Dit leert ons de ervaring rond Schiphol. Het Geluidsisolatie Schiphol project (GIS) verloopt in verschillende fasen. Tijdens de eerste fase (GIS-1) werden over een periode van 12 jaar (1983-1995) 4320 woningen geïsoleerd aan een totale kost van 128 miljoen euro of 29 629 euro per woning. Tijdens de tweede fase (GIS-2) oorspronkelijk voorzien voor 14000 woningen die liep van 1995 – 2005, bleken in september 2004³⁶ slechts 7000 woningen effectief gerealiseerd met een begrote kost van 396 miljoen euro (raming 2003) of 28 286 euro per woning. Wanneer men rekening houdt met het veel meer uniforme woningtype van de Nederlandse woning in vergelijking met België zal voor een vergelijkbaar niveau van geluidsisolatie de kost per woning in België nog hoger liggen. Bovendien is de populatiedichtheid in de zwaar belast zones in België vele malen hoger dan in Nederland (cfr supra in de L_{den} 50 dBA contour 6000 personen voor Zaventem en 400 voor Schiphol!). Zelfs indien men tegen alle wetenschappelijke evidentie in zou geloven in de werkzaamheid van akoestische isolatie tegen de nadelige effecten van vliegtuiglawaai, dan moet men toch vaststellen dat op vandaag deze isolatie nog niet gerealiseerd is en door het concentreren van het baan- en vluchtroute gebruik de repercussie voor de gezondheid van de blootgestelde populatie onverantwoord hoog is, m.a.w. de gezondheidseconomische repercussie zoals begroot in de studie van prof Annemans (149 miljoen euro per jaar) en die rekening houdt met een (niet gerealiseerde) geluwering van 20 tot 30 dB is ernstig onderschat en wordt nog meer onderschat naarmate zich de beweging naar concentratie over Vlaanderen tengevolge van de Brusselse Geluidsnormen nog verder doorzet. Ook na het eventueel implementeren van geluidsisolatie worden de gezondheidseconomische kosten zwaar onderschat omdat naar analogie met Schiphol ook in de geluidsisoleerde woningen 60% van de omwonenden met open ramen slaapt.

4. Besluit

4.1. Frequentie als meest realistisch en ook wetenschappelijk gefundeerde geluidsbelastingsindicator zowel overdag als 's nachts

Gezien:

1. de gebrekkige identificatie van de ernstig gehinderden zowel 's nachts als overdag door een gemiddelde geluidsbelastingsindicator als L_{night} en L_{den}
2. de zeer gebrekkige correlatie tussen L_{night} / L_{den} en de gevolgen voor de gezondheid, die beter correleren met frequentie afhankelijke parameters
3. de onmogelijkheid om in de huidige graad van technologische ontwikkeling het geluid aan de bron te reduceren tot een niet hinderlijk niveau
4. de inefficaciteit van akoestische isolatie zowel 's nachts maar uiteraard ook over dag als bescherming tegen de nadelige effecten van vliegtuiglawaai voor de gezondheid
5. de grondwettelijke rechten van iedere Belg op non-discriminatie, gezondheid en een gezond leefmilieu
6. het reeds werd aangetoond dat ook op gezondheidseconomisch vlak de kosten kunnen gedrukt worden door een spreidingsbeleid
7. het toepassen van een gelijkaardig spreidingsbeleid voor de dag op luchthavens die in een vergelijkbare geografische situatie tot een grootstad zich bevinden als Zaventem (nl. Sydney Airport)

moet resoluut worden geopteerd voor frequentie van blootstelling als belangrijkste hinder criterium en dit zowel op vlak

1. van de banen om ter hoogte van de baanuiteinden stilte of recuperatieperioden te creëren
2. van de vluchtroutes om de frequentie van blootstelling vanaf ongeveer 3 km van het uiteinde van de baan zoveel mogelijk te beperken

³⁶ Persbericht Algemene Rekenkamer 15 september 2004.

Voor de nacht is in de huidige context met zéér hoog aantal nachtvluchten enkel een alternatieve runway use met vliegrichting conform de windrichting en gespreide vertrekroutes een garantie voor zo laag mogelijke schade aan de gezondheid. Voor alle zes de zones binnen een straal van 3 km van het einde van de startbaan is onteigening en herbestemming aangewezen en dient het creëren van stilteperiodes en recuperatietijd verlichting te brengen. Vanaf 3 km van het einde van de startbaan is te samen met beperking aan de bron (individuele en globale QC) de beperking van de frequentie van blootstelling per individu de belangrijkste maatregel. Dit kan bereikt worden door een resolute vluchtroutespreiding, waarbij als hindercriterium het meest pragmatisch gebruik kan gemaakt worden van een zeker % toelaatbare ontwakingskans op basis van de formule van de Nederlandse Gezondheidsraad (cfr supra)

Voor de dag vindt men inspiratie in het **Sydney model** (Airservices Australia: Environmental Principles and Procedures for Minimising the Impact of Aircraft Noise, 21 November 2002) dat gebaseerd is op de **volgende principes**. Belangrijk daarbij is op te merken dat tot **50 vluchten per etmaal (07 tot 23 h) als de niet hinder norm wordt aanzien**, gebaseerd op de WHO criteria

TOTALE HOEVEELHEID LAWAAI

Principe 1: Lawaai verzachtende maatregelen moeten erop gericht zijn om het **globale impact** op de bevolking te **minimaliseren**

RUIMTELIJKE SPREIDING VAN DE HOEVEELHEID LAWAAI

Principe 2: Lawaai moet zoveel mogelijk geconcentreerd worden in **onbewoond gebied** ('non-residential area', dit is fundamenteel verschillend van 'zones moins densément peuplées, waarin dicht bevolkte woonkernen kunnen voorkomen')

Principe 3: Lawaai-blootstelling moet eerlijk ('fair') verdeeld worden indien mogelijk, dwz fundamenteel principe van **'noise sharing' of spreiding**

Principe 4: **geen enkele wijk** ('suburb'), groep bewoners of individu **kan eisen of verwachten vrijgesteld te worden** van vliegtuiglawaai. Maw discriminatie tav blootstelling aan vliegtuiglawaai is onwettelijk

BLOOTSTELLINGSLIMIETEN

Principe 5: bij de keuze van maatregelen om het lawaai impact te beperken wordt de **lawaai-blootstelling** als **niet significant** bestempeld indien de $LA_{eq,24h}$ lager is dan 40 dBA en indien er **minder dan 50 overvluchten zijn per dag (beide voorwaarden dienen vervuld)**;

Principe 6: **geen enkele woonzone** mag worden blootgesteld aan een $LA_{eq,24h}$ **van meer dan 60 dBA**. Door de Australian Standard AS2021 wordt deze graad van lawaai-blootstelling bestempeld als onaanvaardbaar

Principe 7: er moet een **grenswaarde voor het pieklawaai** worden gedefiniëerd waaraan niemand mag worden blootgesteld en er moet een overeenkomst worden gemaakt om dit niveau progressief te reduceren. Het streefgetal is **95 dBA LA_{max}** .

TIMING/HISTORISCHE SITUATIE

Principe 8: wanneer verschillende opties tegen mekaar worden afgewogen moet een groter gewicht (meer hinderlijk) worden toegekend aan vliegbewegingen gedurende de nacht of het weekend dan gedurende de dag of gedurende de week

Principe 9: zowel korte termijn als lange termijn lawaai blootstelling moet in rekening worden gebracht bij de besluitvorming

Principe 10: opties waarbij de overgang van de bestaande situatie naar de doelsituatie geleidelijk wordt doorgevoerd genieten de voorkeur

Principe 11: indien een keuze moet worden gemaakt tussen twee opties die mekaar uitsluiten ('mutually exclusive') maar *anderzijds evenwaardig* zijn, waarbij in (i) een woonzone wordt overvlogen die reeds vroeger werd blootgesteld aan vliegtuiglawaai (waarbij een groot deel van de bewoners zich dus bewust was van de aanwezigheid van vliegtuiglawaai alvorens zich daar te vestigen) of in (ii) de andere zone wordt overvlogen dienooit blootstelling aan vliegtuiglawaai kende, dan kiest men voor de optie (i)

VLUCHTRUTES IN TEGENGESTELDE RICHTING (RECIPROCAL FLIGHTPATHS)

Principe 12: woonzones die worden overvlogen door landende toestellen op een bepaalde landingsbaan, worden zoveel mogelijk gespaard van het opstijgend verkeer vanop dezelfde startbaan in tegengestelde zin.

4.2. Taak van de overheid

1. Maximaal het leefmilieu van zoveel mogelijk burgers beschermen en hiervoor minimum leefbaarheidscriteria vastleggen (immissielimieten). Op basis van het feit dat de frequentie van blootstelling een determinerende factor is in de hinder zowel overdag als 's nachts en reductie van het pieklawaai tot beneden de hinder norm geen realistische optie is op dit ogenblik, opteren we voor het opleggen van limieten van de frequentie van blootstelling per individu variërend met de afstand tot de luchthaven en de as van de start/landingsbaan
2. Bij overschrijding van deze limieten beschermende maatregelen treffen:
 - a. Onteigening of herbestemming van gronden
 - b. Akoestische Isolatiemaatregelen indien bewezen kan worden dat die beschermend zijn
3. De gezondheidseconomische kost als gevolg van het vliegverkeer tot een minimum beperken

4.3. Praktische uitwerking

Bij de praktische uitwerking dient men rekening te houden met de Europese regelgeving, namelijk:

- a) Europese richtlijn 2002/30/EG stelt in artikel 1 stelt dat één van de doelstellingen van de richtlijn is "voorschriften voor de Gemeenschap vast te stellen om het op samenhangende wijze invoeren van exploitatiebeperkingen voor individuele luchthavens te vergemakkelijken, teneinde het aantal mensen dat ernstige hinder ondervindt van de nadelige gevolgen van vliegtuiglawaai te beperken of terug te dringen"
- b) Europese richtlijn 2002/49/EC volgens dewelke actieplannen dienen te worden opgesteld die in de eerste plaats moeten van toepassing zijn op de zwaarst belaste zones, en schattingen moeten bevatten van de vermindering van het aantal geluidsgehinderde personen.

Om dergelijke evaluaties te kunnen maken zijn criteria nodig (afgeleid uit de hierboven geciteerde medische studies)

Criteria voor de dag:

Criterium 1: geen enkele woonzone op meer dan 5 km van de luchthaven mag worden blootgesteld aan een $LA_{eq,24h}$ van meer dan 60 dBA³⁷ of aan meer dan 205 vliegbewegingen gedurende de dag in het verlengde van de baan of aan meer dan 103 vliegbewegingen gedurende de dag buiten het verlengde van de baan. Beide voorwaarden dienen te worden voldaan.

Criterium 2: voor de personen die meer dan 50 overvluchten gedurende de dag (7u tot 23u) of meer dan 40 dB $LA_{eq,16h}$ ondervinden (= WHO richtlijn), dienen rustperiodes te worden voorzien zodat zij gedurende een derde van de tijd niet worden overvlogen.

Criteria voor de nacht:

Criterium 3: geen enkele woonzone op meer dan 5 km van de luchthaven mag worden blootgesteld aan een $LA_{eq,8h}$ van meer dan 55 dBA of aan maximum 17 vliegbewegingen gedurende de nacht in het verlengde van de baan of aan meer dan 9 vliegbewegingen gedurende de nacht buiten het verlengde van de baan. Beide voorwaarden dienen te worden voldaan.

Criterium 4: voor de personen die meer dan 5 overvluchten gedurende de nacht (7u tot 23u) of meer dan 20-25 dB $LA_{eq,8h}$ ondervinden (= WHO richtlijn), dienen rustperiodes te worden voorzien zodat zij gedurende een derde van de tijd niet worden overvlogen.

Algemene criteria voor dag en nacht:

³⁷ Dit criterium is minder streng dan op de luchthaven van Sydney, welke geen nachtbewegingen kent.

Criterium 5: normen (gewestbevoegdheid, milieuvergunning) zijn opgesteld in functie van het aantal vliegbewegingen in het verlengde van de baan, en het aantal vliegbewegingen niet in het verlengde van de baan in functie van de afstand tot de luchthaven (zones 0 – 5km, 5 – 7,5 km, 7,5 – 10 km, > 10 km) gebaseerd op het principe dat lawaai-blootstelling eerlijk moet verdeeld worden, dwz. Fundamenteel principe van 'noise sharing'.

Criterium 6: Actieplannen (cfr. 2002/49/EC) moeten worden opgesteld die:

- het aantal overvluchten voor de zwaarst belaste zones progressief verminderen.
- het pieklawaai progressief reduceren.
- het % slaapverstoring voor iedereen terug te brengen naar maximaal 8,2% (de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) stelt een $LA_{eq, 8h}$ van 20-25 dB voorop. Volgens TNO³⁸ komt een $LA_{eq, 23-07}$ grens van 25 dB overeen met 30 ontwaken per jaar, zijnde 8,2% ontwakingskans³⁹).

Criterium 7: wanneer verschillende opties tegen mekaar worden afgewogen moet een groter gewicht (meer hinderlijk) worden toegekend aan vliegbewegingen gedurende de nacht of het weekend dan gedurende de dag of gedurende de week.

Criterium 8: zowel korte termijn als lange termijn lawaai blootstelling moet in rekening worden gebracht bij de besluitvorming.

Criterium 9: opties waarbij de overgang van de bestaande situatie naar de doelsituatie geleidelijk wordt doorgevoerd genieten de voorkeur

Criterium 10: indien een keuze moet worden gemaakt tussen twee opties die mekaar uitsluiten ('mutually exclusive') maar anderzijds evenwaardig zijn, waarbij in (i) een woonzone wordt overvlogen die reeds vroeger werd blootgesteld aan vliegtuiglawaai (waarbij een groot deel van de bewoners zich dus bewust was van de aanwezigheid van vliegtuiglawaai alvorens zich daar te vestigen) of in (ii) de andere zone wordt overvlogen die nooit blootstelling aan vliegtuiglawaai kende, dan kiest men voor de optie (i)

Criterium 11: woonzones die worden overvlogen door landende toestellen op een bepaalde landingsbaan, worden zoveel mogelijk gespaard van het opstijgend verkeer vanop dezelfde startbaan in tegengestelde zin.

³⁸ Beoordeling van geluidpieken in de woonomgeving." Leiden, TNO-PG, 1999. Publ.nr. 99.023.

³⁹ 30 ontwaken per jaar = 8,2% ontwakingskans per nacht (30 / 365 * 100).