

ADVIES VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRAAD nr. 8415**Mosquito****Invloed van hoogfrequent geluid, geproduceerd door het toestel Mosquito, op de gezondheid.**

1 oktober 2008

1. INLEIDING EN VRAAGSTELLING

Op 15 april 2008 vroeg Mevrouw de minister Onkelinx de Hoge Gezondheidsraad om antwoord te geven op de volgende vragen over het gebruik van het toestel Mosquito, dat op de markt gebracht wordt om overlast veroorzaakt door “hangjongeren” te bestrijden:

- Wat is de invloed van deze technologie op de gezondheid?
- Meer specifiek op het gehoor van kinderen, jongeren, zwangeren, werknemers etc.
- Welke zijn de gevolgen voor de gezondheid (lichamelijk zowel als psychisch) in het geval van langdurige blootstelling (bvb voor een pasgeborene of jong kind als zij systematisch binnen de reikwijdte van het toestel te rusten worden gelegd)?

Voor het antwoord op de vragen naar het lichamelijke aspect werd een ad hoc werkgroep samengesteld met expertise in fysica (geluid), biologie, geneeskunde (ORL) en milieugezondheidskunde. Wetenschappelijke literatuur over dit onderwerp is beperkt. De commissie heeft zo goed mogelijk getracht de mogelijke gevolgen en de onzekerheden te duiden op grond van algemene kennis en ervaring.

Voor het psychosociale aspect van deze vragen werd de ad hoc werkgroep “gedragsstoornissen bij jongeren”, met expertise in psychologie, psychiatrie en sociologie geconsulteerd. Over de invloed van hoogfrequent en ultrageluid op de geestelijke gezondheid bestaat geen wetenschappelijke literatuur. De werkgroep raadt dan ook wetenschappelijk onderzoek naar deze materie aan. In onderstaand advies zal, gebaseerd op de opinie van bovenstaande experts, dan ook slechts kort worden ingegaan op het psychosociale aspect.

2. CONCLUSIES

Dit advies gaat over de invloed van hoogfrequent geluid, zoals onder andere geproduceerd door het toestel Mosquito, op het gehoor en op de rest van het organisme.

2.1 Conclusies over de invloed van hoogfrequent geluid in het algemeen op de gezondheid

De beschikbare informatie over de schadelijkheid van hoogfrequent geluid (8 kHz – 20 kHz) is schaars. Er wordt aangenomen dat hoogfrequent geluid (8 – 20 kHz) en ultrageluid (> 20 kHz) bij voldoende sterkte traumatisch voor het gehoor kunnen zijn en daarnaast andere effecten kunnen veroorzaken.

Hoogfrequent geluid veroorzaakt twee soorten belangrijke effecten: enerzijds objectieve specifieke effecten zoals gehoorverlies en anderzijds aspectieve klachten. Deze laatste, tijdelijke hinder, omvat hoofdpijn, oorsuizen, vermoeidheid, duizeligheid en misselijkheid, die optreden na een blootstelling van enkele minuten. In tegenstelling tot deze acute effecten is gehoorverlies een cumulatief effect.

Voor het frequentiegebied van 16 tot 20 kHz geven twee internationale instanties, het International Non-Ionizing committee (INRC/IRPA, 1984) en Health Canada (1991), een grenswaarde voor het geluidsdruk niveau bij beroepsmatige blootstelling van 75 dB. Het IRNC/IRPA geeft bovendien ook een waarde voor blootstelling van de algemene bevolking, namelijk 70 dB bij 20 kHz. Het respecteren van deze grenswaarden zou bescherming bieden tegen de aspectieve klachten en mogelijk gehoorverlies ten gevolge van langdurige blootstelling.

Normen die in België gelden, zijn opgesteld in het kader van beroepsmatige blootstelling aan lawaai. Deze waarden bieden geen volledige bescherming tegen gehoorverlies. Bovendien zijn zij bedoeld voor lawaai in de werkomgeving, dat in het algemeen vooral frequenties onder 15 kHz zal bevatten en bijgevolg niet toepasbaar is op de Mosquito. Er zijn in België geen normen voor bescherming van de algemene bevolking tegen hoogfrequent geluid en ultrageluid.

2.2 Conclusies over de invloed van het door de Mosquito geproduceerde geluid op de gezondheid

Mosquito produceert een hoogfrequent (16 – 20 kHz) gepulseerd geluidssignaal, dat in de praktijk enkel hoorbaar is door jongeren. De geluidsdruk varieert in functie van de positie van de waarnemer ten opzichte van het toestel: zowel de richting als de afstand spelen een rol. In besloten ruimten is die variatie minder sterk dan buiten. Wanneer het toestel aangeschakeld is, doorloopt het cycli van 40 minuten waarbij het 10 minuten in hoge stand staat, 10 minuten in lage stand en vervolgens 20 minuten geen geluid produceert. Er zijn verschillende schakelmethode (handmatig, tijds klok, bewegingsdetector, geluidsdetector), de keuze van de schakeling bepaalt dus mede de duur van de blootstelling.

Aan de hand van de beschikbare gegevens oordeelt de Hoge Gezondheidsraad dat er geen gevaar is voor gehoorverlies bij volwassenen en jongeren ten gevolge van blootstelling aan het geluid van de Mosquito. Hinder, bijvoorbeeld onder vorm van aspectieve klachten kan echter wel ontstaan, wat overigens strookt met de functie van het apparaat. Hinder treedt per definitie bij jongeren op.

Het effect bij baby's is echter ongekend. Langdurige blootstelling van kleine kinderen en baby's zou dan ook moeten vermeden worden.

Er zijn geen wetenschappelijke studies over de mogelijke schadelijkheid van het geproduceerde geluid voor de foetus. Rekening houdend met de reflectie en absorptie van het hoogfrequent geluid in de lucht en de dempingen aan de opeenvolgende grensvlakken lucht - weefsel moeder - vruchtwater - oor foetus, zal er waarschijnlijk weinig energie door het oor van de foetus geabsorbeerd worden.

Voor wat de binnenhuisblootstelling van de bewoners betreft moet gesteld worden dat hoogfrequent geluid enerzijds sterk door muren, vensters en andere bouwmaterialen gereflecteerd wordt en anderzijds een beperkte penetratiediepte heeft. Bijgevolg moet niet gevreesd worden voor effecten op bewoners (v.b. slapende kinderen/baby's).

2.3 Conclusies over de psychosociale effecten van de Mosquito

Ondanks het gebrek aan wetenschappelijke bewijzen over het effect van de Mosquito op de psychosociale gezondheid van jongeren, zijn er een aantal belangrijke vaststellingen vanwege de experts.

Het is weinig waarschijnlijk dat de Mosquito op lange termijn effectief is, gezien het gaat om een aversieve stimulus die gewoonlijk gewenning veroorzaakt. Bovendien bestaat het risico dat de Mosquito als een provocatie wordt gezien en aanleiding geeft tot agressief gedrag.

Betere alternatieven zouden onder andere het creëren van ontmoetingsplaatsen en interventies door leeftijdsgenoten zijn.

Tot slot moet worden opgemerkt dat dit ook een ethisch debat is, waarbij de probleemstelling eerst en vooral duidelijk moet worden bepaald.

3. UITWERKING EN ARGUMENTATIE

3.1 Geluid

Geluid wordt veroorzaakt door drukschommelingen die zich voortplanten als een golf. Het heeft dus een middenstof (gas, vloeistof, vaste stof) nodig om zich voort te planten.

De geluidsgolf wordt gekenmerkt door de amplitude van de golf of het geluidsdrukkniveau en de frequentie (aantal golfcyclussen per seconde uitgedrukt in hertz) of de toonhoogte. Meestal bestaat geluid niet uit een zuivere toon maar is het samengesteld uit golven met uiteenlopende frequenties. Elke bron van geluid, dus ook de Mosquito, wordt gekenmerkt door het geluidsvermogen, dat wil zeggen de hoeveelheid uitgezonden geluidsenergie per seconde (in watt). Dat vermogen is bepalend voor de intensiteit op een bepaalde plaats (W/m^2) of de geluidsdruk.

Beide grootheden zijn maten voor de sterkte van het geluid.

Luchttrillingen (geluid) met frequenties tussen 20 en 20.000 Hz (20 kHz) kunnen door het menselijk oor worden waargenomen. Dit is het zogenaamde hoorbare of audio-gebied. De grenzen kunnen echter verschillen van individu tot individu en zijn afhankelijk van de leeftijd: de bovengrens voor hoorbaar geluid ligt voor volwassenen rond de 15 kHz. Geluid met een frequentie tussen 8 en 20 kHz wordt hoogfrequent geluid genoemd. Drukschommelingen met frequenties van 20 kHz en meer wordt ultrageluid (ultrasoon) genoemd.

De grootte die gebruikelijk gemeten wordt in de akoestiek en de lawaai bestrijding is de geluidsdruk, meestal uitgedrukt in pascal (Pa). Om te vermijden dat men met te grote getallen moet rekenen enerzijds en anderzijds omdat het oorgevoeligheidsgebied heel groot is en het oor praktisch logaritmisch op drukwisselingen reageert, heeft men een logaritmische of decibel (dB) schaal ingevoerd. Zo wordt het geluidsdrukkniveau (L_p) bekomen door $L_p = 20 \log p/p_0$ (dB) met p de gemeten geluidsdruk en p_0 de referentiegeluidsdruk van 20 μPa .

Daar de gevoeligheid van het oor afhangt van de frequentie, gebruikt men voor blootstelling aan geluid in verband met gehoorverlies en geluidhinder veelal het geluidsniveau L in dB(A). Dit niveau is afgeleid uit het geluidsdrukkniveau door toepassing van de zogeheten A-correctie. Bij geluid met een frequentie van 1.000 Hz (1kHz) zijn geluidsdrukkniveau en geluidsniveau gelijk, tussen 1 en 6 kHz is het oor iets gevoeliger en onder 1 kHz en boven 6 kHz neemt die gevoeligheid behoorlijk af. In principe hoort het oor tonen met eenzelfde geluidsniveauwaarde als ongeveer even luid ongeacht de frequenties. Bij frequenties groter dan 15 kHz zijn de juiste A-correctiewaarden onzeker, hoewel ze daar wel (tot 20 kHz) formeel door de International Organisation for Standardisation zijn gedefinieerd.

Een zich voortplantende geluidsgolf neemt om twee redenen in sterkte af. In de eerste plaats neemt de sterkte kwadratisch af met de afstand tot de bron indien er geen sprake is van reflectie tegen voorwerpen, bodem of wanden. Dat betekent dat een verdubbeling van de afstand overeenkomt met een afname van het geluidsniveau van 6 dB. Daarnaast neemt de sterkte af door absorptie in de middenstof. Vooral in vaste stoffen en vloeistoffen kan die absorptie aanzienlijk zijn. De afstand waarover de geluidsgolf praktisch is uitgedoofd, de penetratiediepte, is omgekeerd evenredig met de frequentie (hoe hoger de frequentie, hoe kleiner de penetratiediepte). In besloten ruimten treedt uiteraard wel absorptie op, maar is de afname met de afstand tot de bron geheel anders en in elk geval minder sterk.

3.2 Gehoor

In het oor wordt de geluidsgolf via het trommelvlies doorgegeven aan de gehoorbeentjes waarna hij de cochlea bereikt waar hij door trilharen op het basilair membraan wordt omgezet in zenuwsignalen. De hoogste tonen worden waargenomen aan de basis van de cochlea, de

laagste aan de top of apex cochleae. De trilharen aan de basis van de cochlea zijn gevoeliger en worden sneller beschadigd dan deze aan de apex.

Het gehoor ontwikkelt zich bij de foetus geleidelijk van het laagfrequente naar het hoogfrequente gebied (Hepper en Shahidullah, 1994). Tijdens de zwangerschap is de foetus omgeven door vruchtwater. Bij overgang van een geluidsgolf van het ene milieu naar het andere, wordt de intensiteit door het optreden van reflectie en absorptie verzwakt. Omgevingsgeluid moet, om de foetus te bereiken overgaan van lucht naar weefsel en van weefsel naar vloeistof. Daarbij wordt de intensiteit verzwakt met een factor van zeker 1.000.

Bij de geboorte is het gehoor van de mens matuur. Met het ouder worden vermindert het gehoor van nature geleidelijk. Dit fenomeen noemt men ouderdomsslechthorendheid of presbycusis en treedt het eerst op in de regio van de hoge frequenties. In hoeverre omgevingsgeluid een rol speelt bij deze vorm van gehoorverlies in de westerse samenleving is niet goed bekend (GR, 1994).

De gehoordrempel is het zwakste geluid dat iemand kan horen en is sterk afhankelijk van de frequentie van het geluid. Verder is de gehoordrempel leeftijdsafhankelijk: het gehoor blijft stabiel tot de leeftijd van ongeveer 20 jaar, daarna neemt het, bij de frequentie van 8 kHz af met ruwweg 10 dB per 10 jaar. Voor frequenties hoger dan 8 kHz is de geleidelijke toename van de gehoordrempel nog groter.

3.3 Gehoorbeschadiging

Gehoorbeschadiging kan veroorzaakt worden door geluid, infecties van het gehoororgaan, en blootstelling aan bepaalde toxische stoffen op de werkplek of ototoxische medicatie (bijvoorbeeld antibiotica als aminoglycosiden). Genetische factoren spelen hierbij een rol, naast metabole (hypercholesterolemie, hypertensie) en otologische factoren (voorgeschiedenis van doofheid of herhaalde oorontstekingen).

De kennis omtrent de gehoorbeschadiging ten gevolge van geluid heeft vooral betrekking op hoorbaar geluid. Overmatige blootstelling aan geluid veroorzaakt trauma ter hoogte van de haarcellen en de auditieve afferente neuronen. Dit trauma is afhankelijk van zowel de intensiteit van het geluid als de duur van de geluidsblootstelling.

Dit kan leiden tot tijdelijk gehoorverlies (*temporary threshold shift*, TTS) of, zeker bij langdurige blootstelling, blijvend gehoorverlies (*permanent threshold shift*, PTS). Deze laatste vorm van gehoorverlies komt dus bovenop het eerder genoemde ouderdomsgehoorverlies.

Gehoorbeschadiging door omgevingsgeluid treedt het eerst op in de frequentiegebieden rond 3 kHz, 4 kHz en 6 kHz en breidt daarna uit naar de lagere frequentiegebieden (0,5; 1 en 2 kHz). Deze laatste omvatten het gebied van de spraakherkenning: gehoorschade in dit gebied leidt tot communicatieproblemen en dus een sociale handicap. Daarnaast leidt de dalende geluidswaarneming tot het verlies van een belangrijk waarschuwingsmechanisme (bijvoorbeeld in het verkeer).

In het hoorbare gebied is waargenomen dat kortstondige geluidsblootstelling van ca 120 dB(A) en chronische geluidsblootstelling (zoals in de industrie, dag in dag uit, gedurende het gehele arbeidsleven) van 75 dB(A) (gemiddeld over 8 uur) en meer blijvend gehoorverlies kunnen veroorzaken. De waarden voor chronische blootstelling zijn afgeleid uit audiometrische gegevens van beroepsmatig aan geluid blootgestelde personen in het frequentiegebied tot 10 kHz. Ze kunnen echter bij gebrek aan beter ook dienen voor het beoordelen van de gevolgen van geluidsblootstelling in de algemene leefomgeving (GR, 1989). De Nederlandse Gezondheidsraad oordeelde in 1994 dat er voldoende bewijskracht is dat geluid van 70 dB(A) (gemiddeld over 24 uur) en meer bij jarenlange dagelijkse blootstelling in de woonomgeving, gehoorverlies veroorzaakt (GR, 1994).

Er is weinig onderzoek gedaan naar de gevolgen van hoogfrequent geluid op het gehoor van de mens.¹ Gedateerde publicaties, zoals die van Grigor'eva (1966), concluderen dat hoogfrequent en ultrageluid veel minder gevaarlijk zijn dan hoorbaar geluid. Maar in het desbetreffende onderzoek werd uitsluitend onderzocht of er een verschuiving van de gehoordrempel optrad in het frequentiegebied van 250 Hz tot 10 kHz (hoorbaar geluid). Effecten in het hoogfrequente gebied werden niet onderzocht. Er zijn echter aanwijzingen dat naast de regio met de gevoelige frequenties 3, 4 en 6 kHz, ook een tweede regio met gevoelige frequenties zou bestaan tussen 12 en 16 kHz (Lawton, 2001).

Wel zijn de gevolgen van hoogfrequent geluid op het gehoor van dieren onderzocht. Dit onderzoek heeft echter enkele belangrijke nadelen: de bouw van het gehoor van de onderzochte diersoorten komt niet overeen met dat van de mens (bijvoorbeeld aantal windingen cochlea: 3,5 bij de cavia en 2,5 bij de rat) en de onderzochte diersoorten horen geluid in een breder spectrum dan de mens (bijvoorbeeld cavia 54 Hz – 50 kHz, rat 200 Hz – 76 kHz). Hoewel dierproeven nuttig kunnen zijn voor het bestuderen van basismechanismen, zijn de uitkomsten niet goed te extrapoleren naar de mens in termen van de gevoeligheid voor gehoorschade. Uiteindelijk kan alleen onderzoek bij blootgestelde mensen uitsluitsel geven.

3.4 Andere gezondheidseffecten van geluid

De Wereld Gezondheidsorganisatie geeft aan dat bij geluidsniveaus vanaf 75 dB(A), ook andere gezondheidseffecten spelen (stress, cardiovasculaire effecten, ...). De Nederlandse Gezondheidsraad classificeerde deze effecten en oordeelde dat er voldoende bewijskracht is voor aan stress gerelateerde gezondheidseffecten (onder meer hypertensie en ischemische hartaandoeningen), psychosociale effecten en slaapverstoring (GR, 1994). Deze effecten zijn voornamelijk gebaseerd op waarnemingen bij omgevingsgeluid en industrieel geluid waarbij de hoge frequenties beperkt zijn.

Door blootstelling aan hoge frequenties ontstaan vooral bij jonge vrouwen, specifieke klachten zoals hinder, hoofdpijn, oorsuizing, vermoeidheid, evenwichtsstoornissen, duizeligheid en misselijkheid. Deze klachten treden reeds op na kortstondige blootstelling (enkele minuten) en verergeren als de blootstelling niet ophoudt (Lawton, 2001). Onderzoekers rapporteren bijvoorbeeld dat werknemers pijn in de oren hebben na enkele minuten van blootstelling, hoofdpijn na 1 uur en misselijkheid na 2 uur (Skillern, 1965, uit Lawton, 2001).

3.5 Technische karakteristieken van het toestel

Het Mosquito Sound System, waarnaar de minister refereert, wordt geproduceerd door Compound Security Systems Limited. Op vraag van de Hoge Gezondheidsraad stuurde de verdeler voor de Benelux, Rhine Consulting Group, enkele documenten met onder andere technische gegevens (lijst in bijlage). Daaruit werden onderstaande gegevens afgeleid. De raad heeft geen reden om aan de wetenschappelijke correctheid van de aangehaalde documenten te twijfelen.

Het toestel produceert een hoogfrequent geluidssignaal met energie in de tertsbanden van 12,5; 16 en 20 kHz (TNO, 2006) met als belangrijkste frequentie 18,6 kHz (Barham, 2005). Er bestaan echter geen meetgegevens over het geproduceerde ultrageluid (> 20 kHz).

Wanneer het toestel aangeschakeld is, doorloopt het cycli van 40 minuten waarbij het 10 minuten in stand "hoog" staat, 10 minuten in stand "laag" en vervolgens 20 minuten geen geluid produceert. Men kan het toestel handmatig of automatisch inschakelen met een tijdsschakelaar

¹ Dit vindt mede zijn oorzaak in het gegeven dat voor het meten van gehoorschade in het hoogfrequente gebied (8 – 20 kHz) speciale, dure apparatuur noodzakelijk is, waarover slechts weinig laboratoria beschikken.

of een bewegings- of geluidsdetector. De keuze van de schakeling is van invloed op de blootstelling van personen in de omgeving van het toestel. Het signaal is gepulseerd (4 maal per seconde) en heeft een frequentie tussen 16 en 20 kHz met geluidsdruk niveaus in besloten ruimten van 91 tot 96 dB (stand "laag") en 87 tot 95 dB (stand "hoog"). Op 1,4 m van de bron in de open/vrije ruimte varieert het geluidsdruk niveau van 94 tot 100 dB in hoge stand en van 95 tot 102 dB in lage stand.

Zoals eerder aangegeven varieert de geluidsdruk met de afstand van de blootgestelde persoon tot de geluidsbron, althans in de vrije ruimte. De geluidsdruk is maximaal in voorwaartse richting, naar de zij- en achterkant bedraagt het geluidsdruk niveau respectievelijk ongeveer 17 en 32 dB minder. Theoretisch zou in de vrije ruimte het geluidsdruk niveau met ongeveer 6 dB afnemen per afstandsverdubbeling (zie hierboven). Uit de metingen van TNO blijkt dat de geluidsdruk ongeveer 100 dB bedraagt op anderhalve meter afstand van het toestel en minder dan 85 dB vanaf 8 meter afstand (Biegstraaten, 2006) in de vrije ruimte. In de stand hoog neemt de geluidsdruk over de eerste paar meter iets minder snel af dan volgens de theorie.

Wanneer het toestel wordt opgesteld in binnenruimten (winkelcentra en parkeergarages) dan moet men dus rekening houden met reflectie, waardoor de geluidsdruk minder sterk veranderd met de afstand tot de bron (zie hierboven). Tenslotte wijst het TNO rapport er ook nog op dat de geluidsoverdracht bij hoge frequenties, de geluidsimmissie, sterk afhankelijk is van atmosferische omstandigheden: bij koud weer met lage relatieve vochtigheid zijn de ontvangen niveaus het hoogst, wat op een afstand van 20 m tot het toestel een meerwaarde van 10 dB geeft.

Het rapport vermeldt ook dat wanneer het toestel tegen een buitenwand van een woning geplaatst wordt, het geluid niet waarneembaar zal zijn in de woning. Het geluid wordt, voor zover niet teruggekaatst, volledig door de muur geabsorbeerd.

3.6 Gelijkaardige toestellen

Er zijn verschillende toestellen vrij verkrijgbaar op de markt, onder andere om insecten en knaagdieren te verjagen, die ook geluid uitzenden in het hoogfrequente gebied. Voor zover de Hoge Gezondheidsraad kon nagaan is er geen onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke schadelijkheid van deze toestellen voor de gezondheid.

Ook voor medische doeleinden wordt ultrageluid toegepast. Deze toepassingen mogen echter niet vergeleken worden met de Mosquito, gezien de veel hogere frequenties (MHz-gebied) en de andere manier van overdracht (rechtstreeks contact in plaats van via lucht).

3.7 Advieswaarden en normen

Diverse instanties hebben advieswaarden ter bescherming van de gezondheid voorgesteld voor blootstelling aan hoogfrequent geluid (Tabel 1).

Voor het frequentiegebied van 16 tot 20 kHz stellen de International Non-Ionizing Radiation Committee (INRC, 1984) en Health Canada (1991) een grenswaarde voor het geluidsdruk niveau bij beroepsmatige blootstelling voor van 75 dB. De eerstgenoemde instantie geeft ook een waarde voor blootstelling van de algemene bevolking, namelijk van 70 dB bij 20 kHz². Deze waarden zijn ontleend aan voorstellen van Acton (1975; zie ook WHO1982). Het aanhouden van deze grenswaarden zou bescherming bieden tegen de specifieke klachten die het gevolg kunnen zijn van betrekkelijk kortdurende blootstelling en tegen mogelijk gehoorverlies dat het

² Voor effecten die bepaald zouden worden door de geluidsenergie, komt een geluidsdruk niveau van 75 dB over 8 uur overeen met een geluidsdruk niveau van 70 dB over 24 uur.

gevolg is van langdurige blootstelling. In het laatste geval gaat het niet alleen om gehoorverlies bij de blootstellingsfrequenties, maar mogelijk ook om gehoorverlies onder de 10 kHz.

In België gelden in navolging van een Europese Richtlijn bepaalde actiewaarden voor blootstelling aan geluid op de arbeidsplaats (KB van 16/01/2006 – omzetting van de Europese richtlijn 2003/10/EG). De wettelijke onderste actiewaarde³ voor het geluidsniveau bedraagt 80 dB(A) en de grenswaarde⁴ voor het geluidsniveau bedraagt 87 dB(A) voor een blootstelling gedurende 8 uur. Deze waarden geven overigens geen volledige bescherming tegen gehoorverlies door beroepsmatige blootstelling aan geluid gedurende vele jaren. De onderste actiewaarde van 80 dB(A) komt ongeveer overeen met een geluidsdrukniveau van 87 dB bij 16 kHz en van 90 dB bij 20 kHz (gemiddeld over 8 uur). Het is echter de vraag of deze waarden met de geluidsdrukniveaus van de Mosquito vergeleken mogen worden. Ze zijn immers bedoeld voor lawaai in de werkomgeving, dat in het algemeen vooral frequenties onder 15 kHz zal bevatten.

Tabel 1. Maximaal toegelaten niveaus voor hoogfrequent geluid, zoals voorgesteld door diverse instanties of vastgesteld door nationale overheden (Aangepast uit Lawton, 2001)

Tertsbandmiddenfrequenties (kHz)	12.5	16	20	Type en duur van blootstelling
Bron:	Aanbevolen grenswaarden voor geluidsdrukniveaus (dB)			
WHO (1982)				
Japan	90	90	110	
USSR	75	85	110	
US Air Force	85	85	85	
Canada	80	80	80	
Zweden	-	-	105	
INRC/IRPA (1984)				
Werkgerelateerde blootstelling	-	-	75	Werk, 8 u
Algemeen publiek	-	-	70	Algemeen, 24 u
Health Canada (1991)	-	75	75	Werk, 8u
ACGIH (1998) grenswaarden	105	105	105	Werk, 8u

3.8 Vergelijking van mogelijke blootstelling met de bestaande advieswaarden

Vergelijken we de geluidsdrukniveaus in de nabije omgeving van de Mosquito waar zich mensen kunnen bevinden met die van de eerder genoemde grenswaarden die door de *International Non-Ionizing Radiation Committee* aanbevolen worden, dan worden deze laatste overschreden. Dat geldt zowel voor blootstellingen in besloten als in open ruimtes. Wat betekent die bevinding voor de mogelijke beïnvloeding van de gezondheid van de blootgestelden? Voor zover het gaat om blootstelling gedurende enkele minuten tot enkele tientallen minuten – een scenario dat bij gebruik van de Mosquito mogelijk is – kan er sprake zijn van specifieke klachten. Immers in het

³ Onderste actiewaarde: vanaf deze waarde worden specifieke actiemaatregelen opgelegd ter bescherming van de werknemer en moeten regelmatig audiometrische onderzoeken plaatsvinden.

⁴ Grenswaarde: deze waarde mag niet overschreden worden.

geval van jongeren is dat ook juist de bedoeling van het instrument. Anders ligt dat in het geval van mogelijk gehoorverlies. Dan is immers de cumulatieve blootstelling van belang. De Raad acht gehoorverlies door blootstelling aan het geluid van de Mosquito dan ook onwaarschijnlijk. Zelfs bij een blootstelling van 2 uur per dag, dag in dag uit, gedurende vele jaren, zal volgens de beschikbare kennis slechts zeer beperkt additioneel gehoorverlies bij de blootgestelden waarneembaar zijn.⁵ Ook de laagste actiewaarde van de wettelijke regeling voor blootstelling aan lawaai, voor zover die hier van toepassing zou kunnen zijn, wordt dan niet overschreden.

In hoeverre deze bevindingen bij blootstelling op jeugdige leeftijd anders liggen, kan de Raad niet precies aangeven. Voor gehoorverlies meent hij dat de eerdere conclusie staande blijft. Voor de andere gezondheidseffecten, in het bijzonder bij kortdurende blootstelling, zou de conclusie anders kunnen luiden. Maar, zoals eerder aangegeven valt te verwachten dat specifieke klachten, in elk geval hinder, zullen optreden conform het gebruiksdoel van het instrument.

Over de invloed op baby's en op de ongeboren vrucht kan de Hoge Gezondheidsraad zich niet uitspreken. Over de gevoeligheid van zeer kleine kinderen is immers weinig bekend (Passchier-Vermeer, 2001), maar een hogere gevoeligheid valt niet uit te sluiten. In geval van de ongeboren vrucht merkt de Hoge Gezondheidsraad op dat de blootstelling zeer beperkt zal zijn door de reflecties en demping van de geluidsenergie die buiten en binnen het lichaam van de moeder optreden. Voorzichtigheidshalve zou een langer durend verblijf in de omgeving van de Mosquito voor kleine kinderen en zwangeren moeten worden afgeraden.

3.9 Psychosociale aspecten

Eerst en vooral stellen de leden van de werkgroep de effectiviteit van dit toestel op lange termijn in vraag. Beschouwd als aversieve stimulus wordt het vaak geassocieerd met gewenning, vooral indien de stimulus niet constant is. In tegenstelling tot positieve conditionering, bereikt men met aversieve conditionering geen voortreffelijk resultaat.

Afgezien van alle ethische debat rond deze problematiek, bestaan er onvoldoende bruikbare gegevens om een advies over de gevolgen van de Mosquito op de psychosociale gezondheid van jongeren te formuleren op basis van wetenschappelijke bewijzen uit de literatuur. In dit kader zou het nuttig zijn een onderzoek, een pilootstudie, over dit onderwerp uit te voeren en in het bijzonder de effecten op middellange termijn *in situ* te observeren.

Het is niettemin duidelijk dat dit middel inadequaat is om de regels te doen naleven. Temeer daar het niet zichtbaar is. Het gaat dan om een achterbaks proces: de geviseerde personen worden niet op voorhand geïnformeerd van het bestaan van het repressiemiddel en worden ze er slechts van bewust wanneer ze de effecten ervan ondergaan.

Er bestaan ongetwijfeld betere alternatieven voor alle betrokken partijen om de problemen op te lossen waaraan de Mosquito tegemoet wil komen (ontmoetingsplaatsen creëren, interventies door leeftijdsgenoten, ...). Daarvoor moet ook de probleemstelling duidelijk geschetst worden gezien het hier om een ethische kwestie gaat.

Anderzijds dient een onderscheid te worden gemaakt tussen “publieke” en “privé” ruimte. In de privé ruimte, zou de Mosquito op gelijke voet kunnen gesteld worden met een alarm, een schutting... Maar de publieke ruimte behoort aan iedereen, ook aan de jongeren, toe.

Ten slotte komen daar bovenop nog de gevaren verbonden met stigmatisatie van jongeren. Zo zou dit kunnen geïnterpreteerd worden als een provocatie en aanleiding kunnen geven tot agressief gedrag.

⁵ Een blootstelling aan de geluidsdrukkniveau van 95 dB. gedurende 2 uur komt overeen met een blootstelling van een geluidsniveau van ongeveer 75 dB(A) gedurende 24 uur en 80 dB(A) over 8 uur.

4. BIJLAGE

Onderstaande documenten werden door de firma aangebracht:

- Biegstraaten FJW. TNO Rapport IS-RPT-033-DTS-2006-00867 "Akoestisch onderzoek Mosquito Mark II" 2006.
- Applied Environmental Research Centre report : Review of environmental acoustic legislation – Mosquito High Frequency Sound Deterrent.
- Damage to human hearing by airborne sound of very high frequency or ultrasonic frequency.
- Lawton BW Damage to human hearing by airborne sound of very high frequency or ultrasonic frequency. Contract Research Report 343/2001, prepared by the Institute for sound and Vibration Research for the Health and Safety Executive. London Health and Safety. 2001. Internet: <http://www.compoundsecurity.co.uk/download/HSE.pdf>, consulted 26-04-2008.
- National Physical Laboratory Report: letter by Richard Barham.
- Voorbeeld van Gemeente Besluit tot plaatsing incl. toetsing Europees verdrag voor de rechten van de Mens.
- Human Rights Onderzoek/advies.
- Antwoorden op Kamervragen door de Minister van BKZ.
- Mosquito Persinformatie en reactie op persberichten.
- Mosquito handleiding en plaatsingsinstructies.

5. REFERENTIES

- Biegstraaten FJW. TNO Rapport IS-RPT-033-DTS-2006-00867 "Akoestisch onderzoek Mosquito Mark II" 2006.
- GR. Gezondheidsraad Nederland. Health Council of the Netherlands: Committee on Noise and Health. Noise and Health [Geluid en gezondheid]. The Hague: Health Council of the Netherlands; 1994. Publication nr. 1994/15E. Internet: <http://www.gr.nl/adviezen,>, consulted 02-06-2008.
- Grigor'eva VM. [Concerning the article of Z. Z. Ashbel' entitled: "The hygienic characteristics of working conditions with the industrial use of ultrasonics"]. Gig Sanit. 1966;31(8):99-100.
- Hepper PG. Development of fetal hearing. Archives of disease in childhood, 1994; 71(2):81-5.
- Lawton BW Damage to human hearing by airborne sound of very high frequency or ultrasonic frequency. Contract Research Report 343/2001, prepared by the Institute for sound and Vibration Research for the Health and Safety Executive. London Health and Safety. 2001. Internet: <http://www.compoundsecurity.co.uk/download/HSE.pdf>, consulted 26-04-2008.
- Passchier-Vermeer W. Het gehoor van jongeren en blootstelling aan geluid [The hearing of young people and noise exposure]. Den Haag: Gezondheidsraad; 1989. Rapport no A89/04. Internet: <http://www.gr.nl/pdf.php?ID=1473&p=1>, consulted 02-06-2008.
- Passchier-Vermeer W. Noise and Health [Geluid en gezondheid]. Review. The Hague: Health Council of the Netherlands; 1993 2008/01/02/. Publication nr A93/02E. Internet: <http://www.gr.nl/overig.php?Jaar=1993>, consulted 02-06-2008.
- Passchier-Vermeer W. Effects of noise. In: Bistrup ML, editor. Health effects of noise on children and perception of the risk of noise; report from a project coordinated by the National Institute of Public Health. Copenhagen: National Institute of Public Health; 2001. p. 47-68.
- WHO. World Health Organization. Ultrasound. International Programme on Chemical Safety; 1982. Environmental Health Criteria 22.

6. AANBEVELINGEN VOOR ONDERZOEK

Vooraleer definitieve conclusies over de schadelijkheid van hoogfrequent geluid afkomstig van de Mosquito kunnen getrokken worden is het nodig de golfkarakteristieken en de grootte van de geluidsdrumniveaus versus afstand op een doelgerichte wijze te meten en te evalueren (exposure assessment). Op basis van deze gegevens moet onderzoek naar biologische en gezondheidseffecten uitsluitend geven over de mogelijke gevaren voor jongeren die geluidshinder van dergelijke toestellen met zich meebrengen.

Gezien het gebrek aan literatuurgegevens over het effect van de Mosquito op de psychosociale gezondheid van jongeren, zou het nuttig zijn een onderzoek, een pilotstudie, uit te voeren en in het bijzonder de effecten op middellange termijn *in situ* te observeren.

7. SAMENSTELLING VAN DE WERKGROEP

Al de deskundigen hebben **op persoonlijke titel** aan de werkgroep deelgenomen. De namen van de leden en de deskundigen van de HGR worden met een asterisk * aangeduid.

De volgende deskundigen hebben hun medewerking verleend bij het opstellen van “Invloed van hoogfrequent geluid, geproduceerd door het toestel ‘Mosquito’, op de gezondheid”:

DECAT Gilbert*	(Elektromagnetische straling en ultrageluid, VITO)
DEGGOUIJ Naïma	(ORL, audiologie, UCL)
GOVAERTS Paul	(ORL, chirurgie, UA)
LEFEBVRE Philippe	(ORL, ULG)
MAES Annemie*	(Toxicologie, WIV)
PASSCHIER Wim*	(Risicoanalyse in de gezondheid en toxicologie, Universiteit Maastricht)

De administratie werd vertegenwoordigd door:

LUKOVNIKOVA Marina	(DG5, FOD Volksgezondheid)
--------------------	----------------------------

Het voorzitterschap werd verzekerd door Philippe LEFEBVRE en het wetenschappelijk secretariaat door Katty CAUWERTS.