

SCZ  
7 42  
(1)

TNO-rapport

96.006

TNO Preventie en Gezondheid  
COP

Wassenaarseweg 56  
Postbus 2215  
2301 CE Leiden

Telefoon 071 5 18 18 18  
Fax 071 5 18 19 20

## Beoordeling van piekniveaus met betrekking tot vrachtverkeer

Een compilatie van drie documenten,  
van belang voor het herzien van  
de "circulaire industrielawaai"

R.G. de Jong (ed.)

datum:  
januari 1996

TNO Preventie en Gezondheid  
Gorterbibliotheek

29 JAN 1996

Postbus 2215 - 2301 CE Leiden

Stamboeknummer

13867

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

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

© 1996 TNO



<b>INHOUD</b>	<b>pagina</b>
<b>INLEIDING</b>	
<b>SAMENVATTING</b>	<b>i</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>ii</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1    Achtergronden bij het onderzoek	1
1.2    Doel van het onderzoek	1
1.3    Werkwijze	1
<b>2. LITERATUURSTUDIE</b>	<b>3</b>
2.1    Werkwijze	3
2.2    Resultaten	3
<b>3. ENKELE CASES</b>	<b>5</b>
<b>4. SELECTIE VAN BEDRIJVEN</b>	<b>6</b>
<b>5. RELEVANTE SITUATIES</b>	<b>7</b>
<b>6. METINGEN BIJ GESELECTEERDE BEDRIJVEN</b>	<b>8</b>
6.1    Geselecteerde bedrijven	8
6.2    Geluidmetingen	8
6.3    Resultaten van de geluidmetingen	9
<b>7. CONCLUSIES</b>	<b>12</b>

	<b>pagina</b>
<b>REFERENTIES</b>	<b>13</b>
<b>BIJLAGEN</b>	<b>15</b>
<b>BRIEF TPD</b>	<b>19</b>
<b>NOTITIE VROM/DGM</b>	<b>25</b>

## INLEIDING

In verband met de beoordeling van geluid van vrachtverkeer van en naar bedrijven was is bij VROM/DGM behoefte aan inzicht in het voorkomen van en de relaties tussen  $L_{Amax}$ ,  $L_{Ax}$  (= SEL) en  $L_{Aeq}$ . Drie documenten die daarop betrekking hebben, en die logisch op elkaar voortbouwen, zijn in dit rapport gebundeld. De drie documenten in dit rapport zijn van elkaar gescheiden door gekleurde pagina's.

Het eerste document betreft een reeds eerder door TNO Preventie en Gezondheid gepubliceerd rapport waarin de grote diversiteit van relevante situaties is geïnventariseerd en waarin de geluidssituatie bij een selectie van deze situaties beschreven is. Het rapport vormde een eerste maar nog niet afdoende stap om te komen tot een adequaat beleid ten aanzien van het probleem van de 'verruimde reikwijdte'.

In genoemd onderzoek zijn door de Technisch Fysische Dienst van TNO niet alleen geluidmetingen verricht, maar ook opnamen gemaakt. Deze opnamen boden de gelegenheid om de samenhang tussen de geluid-expositiematen  $L_{Ax}$  en  $L_{Amax}$  na te gaan. De TPD heeft deze aanvullende analyse uitgevoerd. Het verslag hiervan is als brief aan het Ministerie aangeboden. De brief vormt het tweede document van deze compilatie.

Op grond van beide genoemde onderdelen is door VROM/DGM een afsluitende analyse uitgevoerd. Hierbij is het advies van de Gezondheidsraad '*Geluid en Gezondheid*' betrokken. Deze analyse vormt het derde document van deze compilatie. De conclusie van deze afsluitende analyse luidt dat het niet nodig is nadere eisen aan het piekniveau van vrachtwagens te stellen zolang de etmaalwaarde 45 à 50 dB(A) niet overstijgt. Dreigt deze etmaalwaarde echter te worden overschreden, dan kunnen geluidmitigerende maatregelen (bijvoorbeeld aan de gevel) overwogen worden om ongewenste effecten te voorkomen.

TNO-rapport  
95.067

## Beoordeling piekniveaus in verband met het herzien van de "circulaire industrielawaai"

TNO Preventie en Gezondheid  
COP

Wassenaarseweg 56  
Postbus 2215  
2301 CE Leiden

Telefoon 071 18 18 18  
Fax 071 17 63 82

auteurs:

R.G. de Jong  
R. van den Berg  
J.J. Matser (TNO-TPD-TUD)  
J.E.F. van Dongen

datum:

4 oktober 1995

Alle rechten voorbehouden.

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

Indien dit rapport in opdracht werd  
uitgebracht, wordt voor de rechten en  
verplichtingen van opdrachtgever en  
opdrachtnemer verwezen naar de  
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-  
opdrachten aan TNO, dan wel de  
betreffende terzake tussen partijen  
gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport  
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 1995 TNO



## SAMENVATTING

Aan een specifiek bedrijf verbonden transportbewegingen (zoals de aan- en afvoer van produkten en goederen) vallen onder het geluidregime van de Circulaire Industrielawaai, ook als deze activiteiten plaatsvinden op de openbare weg. Voor deze transportbewegingen zijn in deze regeling niet alleen restricties geformuleerd in termen van equivalente geluidniveaus, maar ook van piekwaarden van het geluid.

In opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer is door TNO Preventie en Gezondheid onderzoek verricht met als doel het verkrijgen van een indruk over de diversiteit van situaties met transportbewegingen waarop genoemde regeling van toepassing is en het beschrijven van het geluid van een selectie uit deze situaties.

Het onderzoek bestaat uit een (beperkte) literatuurstudie, het bestuderen van enkele relevante cases, het opsporen van relevante situaties waar sprake is van hinder en het geven van een akoestische karakterisering van tien van deze situaties.

De literatuurstudie leverde weinig relevante titels op. Situaties met een gering aantal voertuig passages met hoge pieken blijken niet onderzocht te zijn. Piekniveaus die in de literatuurstudie worden gerapporteerd, zijn over het algemeen hoger dan de niveaus gemeten in dit onderzoek.

Zowel de gemeten piekniveaus in situaties waar hinder gerapporteerd was, als de verschillen daarvan met het  $L_{Aeq}$ - en  $L_{95}$ -niveau vertonen een grote variatie. De gevonden piekniveaus lopen uiteen van 61 tot 89 dB(A), met een zwaartepunt in de range van 73 tot 82 dB(A). Het verschil  $L_{piek}-L_{Aeq}$  loopt van 3 tot 28 dB(A) en het verschil  $L_{piek}-L_{95}$  van 16 tot 44 dB(A).

## SUMMARY

Industry related transport movements (such as supply and conveyance of products and goods) belong to the jurisdiction of the 'Circulaire Industrielawaai' (Circular on Industrial Noise), even if these activities are carried out on the public road. In these regulation transport movements not only are subject to restrictions of equivalent noise levels, but also to peak levels.

On behalf of the Ministry for Housing, Spatial Planning and Environment, a survey has been conducted by TNO Prevention and Health with the aim to obtain an impression on the diversity of situations with transport movements concerning the regulation mentioned and to describe the noise of a selection from these situations.

The project consists of a (limited) literature search, some case studies, locating relevant situations where annoyance exist, and drawing up the acoustic characteristics of these situations.

The literature search delivered few relevant titles. Situations with a small numbers of transport movements with high peak levels appears to be hardly addressed. In general peak levels, found in the literature search, are higher than those measured in this survey.

Both the measured peak levels in situations where annoyance was reported, and their differences with the  $L_{Aeq}$ - and  $L_{95}$ -level vary broadly. The peak levels vary from 61 to 89 dB(A), with an accent in the range from 73 to 82 dB(A). The difference  $L_{peak}-L_{Aeq}$  ranges from 3 to 28 dB(A), and the difference  $L_{peak}-L_{95}$  from 16 to 44 dB(A).

## 1. INLEIDING

Het onderhavige onderzoek is in opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer uitgevoerd als vervolg op het onderzoek 'Hinder door milieuverontreiniging in Nederland' (De Jong et al., 1995a; De Jong et al., 1995b).

### 1.1 Achtergronden bij het onderzoek

Bij de uitgifte van vergunningen in het kader van de Wet milieubeheer speelt het begrip 'verruimde reikwijdte' een rol. Hieronder wordt verstaan dat een geluid(hinder) veroorzakende bron zich niet per se op het terrein van een inrichting hoeft te bevinden om toch onder de voor haar geldende wettelijke bepalingen te vallen. In concreto komt het erop neer dat transportbewegingen (aan- en afvoer van goederen of produkten) en laden en lossen op de openbare weg vallen onder het geluidregime van de Circulaire Industrielawaai. Er heerst onduidelijkheid tot hoever (letterlijk, in afstand tot de inrichting) deze regeling zou moeten gelden. In het werkingsgebied van de regeling zijn de genoemde activiteiten niet alleen onderhevig aan een beleid in termen van equivalente geluidniveaus, maar ook aan restricties van piekwaarden. Dit levert problemen op bij de uitgifte van vergunningen. Daarom zijn gegevens nodig over de in de praktijk optredende geluidniveaus van deze activiteiten.

### 1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is het verkrijgen van een indruk over de diversiteit van situaties die vallen binnen de 'verruimde reikwijdte' en het beschrijven van het geluid van een selectie uit deze situaties.

### 1.3 Werkwijze

Het onderzoek heeft met nadruk betrekking op transportbewegingen als onderdeel van de aan- en afvoer van goederen of produkten bij fabrieken en bedrijven. Geluiden van laden en lossen zullen bij het onderzoek worden betrokken wanneer beide aspecten te combineren zijn. Het onderzoek



bestaat uit de volgende onderdelen, waarvan in de betreffende hoofdstukken een nadere beschrijving is gegeven:

- a. een beperkte literatuurstudie naar de waardering van kleine aantallen geluidgebeurtenissen met een relatief hoog niveau. Hoofdstuk 2 bevat een verslag van dit onderdeel;
- b. het bestuderen van enkele cases die bekend zijn bij de TPD. De bevindingen hiervan zijn beschreven in hoofdstuk 3;
- c. een analyse van gegevens die in het onderzoek 'Hinder door milieuverontreiniging in Nederland' (De Jong et al, 1995a) verzameld zijn. Uitkomst van de analyse is een selectie van bedrijven waarbij transportgeluiden kennelijk een rol spelen en een indicatie van de plaats die transportbewegingen innemen temidden van andere mogelijke bronnen van verstoringen. Een overzicht van de resultaten van deze analyse is gegeven in hoofdstuk 4;
- d. het in beeld brengen van de bedrijfsituaties door lokatiebezoek en gesprekken met woordvoerders van de bedrijven. Een korte beschrijving van de resultaten van dit onderdeel staat in hoofdstuk 5. Een uitgebreid verslag is neergelegd in een vertrouwelijk werkrapport (Van den Berg en De Jong, 1995);
- e. geluidmetingen bij een aantal geselecteerde bedrijven. Hoofdstuk 6 bevat de resultaten van de geluidmetingen, in gecomprimeerde vorm. In verband met privacy-aspecten zijn de geselecteerde bedrijven niet met name genoemd. Een uitgebreid verslag is gegeven in het werkrapport 'Akoestisch onderzoek vrachtwagenbewegingen' (TPD-HAG-RPT-950085).

Het rapport wordt afgesloten met conclusies in hoofdstuk 7.

## 2. LITERATUURSTUDIE

### 2.1 Werkwijze

In de volgende bestanden is een 'on line search' uitgevoerd: Enviroline, Medline, NOD, RCC-IVEV, Pchychinfo, Biosis en Scisearch. De publikaties die (op grond van titel en/of abstract) mogelijk van belang zijn, zijn opgevraagd en bestudeerd.

### 2.2 Resultaten

Een overzicht van de geraadpleegde titels is gegeven in bijlage 1. De meest relevante informatie komt uit Rylander et al (1986). Het betreft hier onderzoek naar de geluidbelasting en karakteristieken daarvan in stedelijke situaties bij wegen waar het aandeel van het zware vrachtverkeer afzonderlijk in beschouwing is genomen.

Bij een onderzoek dat in 19 stedelijke lokaties (verspreid over 5 landen) werd uitgevoerd zijn ondermeer maximum noise levels (MNL\*) vastgesteld bij metingen die gedurende relatief korte tijdsperiodes, verspreid over de dag en avond, zijn verricht. Gemiddeld over alle lokaties was de MNL 90 dB(A). Voor verschillende lokaties varieerde de MNL tussen 80 en 96 dB(A). De  $L_{Aeq}$  (24h) waarden varieerden (overigens niet correlerend met de MNL-waarden) tussen 64 en 76 dB(A). Op een lokatie waar de relatief korte registratieperiodes over zeven dagen konden worden gespreid bleek de grootste variatie in de verdeling van lawaaige voertuigen in de orde van grootte van 10-15 dB(A) te zijn. In de andere gevallen was de spreiding minder groot. Het aantal passages van zware voertuigen varieerde over de lokaties tussen 385 per etmaal (5 procent van alle voertuigen) en 6.000 per etmaal (32 procent van alle voertuigen). De snelheden van de zware voertuigen worden in het artikel niet vermeld.

Een vergelijkbaar onderzoek is verricht in 12 woonwijken langs wegen in Gothenburg (Björkman, 1988; Björkman en Rylander, 1990). Gedurende 5 dagen werden MNL-waarden gemeten. Anders dan bij het hierboven genoemde onderzoek gebeurde dit door middel van continue metingen. Per

---

\* MNL wordt gedefinieerd als het hoogste A-gewogen geluidniveau van een geluidgebeurtenis, gemeten in stand 'FAST'. Dit betekent een integratietijd van 125 milliseconde. Dit komt vrijwel overeen met de  $L_{pick}$ , zoals gemeten door de TPD.

wijk en per dag-, avond- en nachtperiode werd per tijdsperiode de over 5 dagen gemiddelde hoogste MNL-waarde vastgesteld. Overdag was deze gemiddeld over alle wijken 92,6 dB(A) (variërend tussen 79 en 96 dB(A)). 's Avonds was dit gemiddeld 90,2 dB(A) (tussen 76 en 96 dB(A)) en 's nachts 87,9 dB(A) (tussen 75 en 96 dB(A)). De  $L_{Aeq}$  (24h) waarde was gemiddeld 69,7 dB(A) (variërend tussen 53,9 en 76,6 dB(A)).

In één wijk (ook met de laagste  $L_{Aeq}$  en MNL-waarden) passeerden 50 zware voertuigen per etmaal ( $\approx$  10 procent van alle voertuigen). In de andere wijken varieerde dit tussen de 470 en 4.960 zware voertuigen ( $\approx$  5 tot 16 procent van alle voertuigen).

Een van de conclusies uit het onderzoek luidt dat MNL-waarden aanzienlijk kunnen verschillen, ook bij gelijke  $L_{Aeq}$ 's.

Bouman et al (1990) geven aan dat voor zware vrachtwagens in "woonstraten" of op "ontsluitingswegen" de geluidemissie (waarschijnlijk zijn hierbij  $L_{Aeq}$  waarden gehanteerd) bij een gemiddelde snelheid circa 2 dB(A) hoger is dan op "rondwegen" of "bovenlokale doorgaande wegen": 61-62 dB(A) versus 59-60 dB(A). Een dergelijk verschil werd niet gevonden voor personenauto's, kleine vrachtauto's en autobussen.

In dit onderzoek is vooral in woonstraten geluid van vrachtverkeer gemeten (zie hoofdstuk 5).

In het algemeen, maar minder relevant in het kader van dit onderzoek, kan verder uit de beschouwde literatuur worden afgeleid dat:

- het percentage ernstig gehinderden door wegverkeer toeneemt bij een toenemend aantal passages van zware vrachtwagens, maar vervolgens boven een bepaald aantal op een stabiel (hoog) niveau blijft. Bij Björkman en Rylander (1990) ligt dit "knikpunt" bij 1.800 zware voertuigen per dag, bij Rylander et al (1986) bij circa 1.000 zware voertuigen (overigens zij hier opgemerkt dat het verschijnsel van een "knikpunt" in ander onderzoek niet is gevonden);
- in het bijzonder geluiden in het laag frequente deel van het geluidsspectrum ( $<$  125 Hz) klachten over hinder veroorzaken (Persson and Rylander, 1988);
- bij eenzelfde geluidemissie de hinder groter is als tevens sprake is van trillingen (Sato, 1990).

### 3. ENKELE CASES

Bij TNO-TPD is een archief-onderzoek uitgevoerd. Hieruit bleek dat in de praktijk alle cases waarbij transportgeluiden een rol spelen, onderzoek betreffen in het kader van een Hinderwetvergunning. In dat kader is alleen het geluid gemeten van transport op het bedrijfsterrein. Doorgaans is de afstand tot de bebouwing groter dan bij voorbijrijdend verkeer en is de snelheid lager. Hierdoor zijn deze cases onvoldoende representatief voor de thans voorliggende problematiek en worden zij niet beschreven. In onderling overleg is het aantal cases beperkt tot 7 in plaats van de voorgenomen 10. Hoewel de cases zelf niet bruikbaar waren, waren sommige lokaties wel geschikt om opnieuw te bemeten, op de wijze die voor de huidige problematiek geëigend is. Enkele van deze lokaties zijn daarom in de volgende fasen van het onderzoek betrokken.

In verband met privacy-aspecten worden de bedrijven in de cases niet met name genoemd. Alleen de plaatsnaam is vermeld. Achter de plaatsnamen zijn de nummers vermeld van de TPD-rapporten waarin de cases gedocumenteerd zijn.

#### Cases:

1.	Winterswijk.	TPD-HAG-RPT-940115	15.06.1994.
2.	Moergestel.	TPD-HAG-RPT-92-0029	20.02.1992.
3.	Balkbrug.	TPD-HAG-RPT-940087	27.04.1994.
4.	Wageningen.1	TPD-HAG-RPT-94-0104	03.06.1994.
5,6.	Wierden (2x).	TPD-HAG-RPT-94-0084	20.04.1994.
		TPD-HAG-RPT-94-0059	09.03.1994.
7.	Borne.	TPD-HAG-RPT-940203	18.11.1994.

#### 4. SELECTIE VAN BEDRIJVEN

Uit het databestand van het onderzoek 'Hinder door verstoringen in Nederland' (De Jong et al., 1995a) zijn de adressen geselecteerd van respondenten die melden hinder van transportgeluiden te ondervinden. Dit is als volgt gebeurd.

De antwoorden op de vragen 62 t/m 70 uit de vragenlijst van het onderzoek 'Hinder door milieuverontreiniging in Nederland (De Jong et al., 1995) zijn geanalyseerd. Als antwoord op de vragen 62 en 63 meldden 164 respondenten dat zij hinder ondervinden (score 6 of hoger op de tienpuntsschaal) van fabrieken en bedrijven. Met de vragen (64), 65 en 66 zijn de aard en de naam van deze bedrijven vastgesteld. Met vraag 67 zijn de bedrijven geselecteerd waarbij de geluidhinder vooral afkomstig is van de aan- of afvoer van goederen of produkten. Drieënveertig respondenten noemen in totaal 35 bedrijven. Deze bedrijven zijn vermeld in tabel 1 van het werkrapport van Van den Berg en De Jong (1995) (zie hoofdstuk 5).

## 5. RELEVANTE SITUATIES

Van 1 maart tot 7 april heeft een medewerker van TNO-PG de in het vorige onderdeel geselecteerde bedrijven, aangevuld met vijf bedrijven die ook in de case-studie (hoofdstuk 3) waren betrokken, bezocht om zo mogelijk tien relevante situaties te selecteren.

De omgeving is geïnspecteerd en waar mogelijk zijn gesprekken gevoerd met woordvoerders van de bedrijven. Om de toegang tot de bedrijven te vergemakkelijken kon een introductiebrief worden overhandigd waarin het doel van het onderzoek is verwoord. Er werden geen weerstanden geconstateerd.

Om te bepalen of een lokatie geschikt is voor nadere bestudering door middel van geluidmetingen zijn de volgende criteria gehanteerd:

- vrachtwagens moeten door een woonstraat of woonwijk rijden;
- de herkomst of bestemming van de vrachtwagens moet duidelijk één of enkele bedrijven zijn;
- het aantal blootgestelde woningen mag niet te klein zijn, minimaal ca. 5 à 10;
- de betreffende woningen mogen niet aan het geluid van veel andere vrachtwagens worden blootgesteld;
- het aantal transportbewegingen moet minstens 2 per dag bedragen, liefst meer;
- vervoer met een groot type bestelwagen of kleine vrachtwagen is aanvankelijk uitgesloten.

De gedetailleerde uitkomsten zijn vastgelegd in een (in verband met privacy-aspecten niet uitgegeven) werkrapport (Van den Berg en De Jong, 1995), waarvan 2 exemplaren onder voorwaarde van strikte vertrouwelijkheid bij de opdrachtgever beruften om de uitkomsten van het onderzoek beter te kunnen interpreteren, en 3 bij TNO (1 bij TPD en 2 bij PG).

De uitkomsten zijn op 13 april besproken met de opdrachtgever. Op grond van deze bespreking zijn de lokaties voor geluidmetingen gekozen.

## 6. METINGEN BIJ GESELECTEERDE BEDRIJVEN

### 6.1 Geselecteerde bedrijven

Bij geselecteerde bedrijven in de volgende gemeenten zijn metingen uitgevoerd (het cijfer [...] verwijst naar het nummer in het vertrouwelijke werkrapport (Van den Berg en De Jong, 1995):

Rotterdam	[12]
Kapelle	[20]
Neer	[26]
Moergestel	[23]
Lievelde	[29]
Wierden	[36]
Balkbrug	[40]
Oegstgeest	[06]
Wageningen	[27]
Almelo	[30]

### 6.2 Geluidmetingen

Van de bedrijven waarover voldoende achtergrondgegevens zijn verkregen om gericht geluidmetingen te kunnen uitvoeren, zijn er in overleg met de opdrachtgever 10 geselecteerd (zie 6.1). De metingen leverden gegevens op over de piekniveaus ( $L_{\text{piek}}$ ) van de vrachtwagens en over het equivalente geluidniveau ( $L_{\text{Aeq}}$ ) van het totale geluid (inclusief vrachtwagens) in periodes waarin transport plaatsvond. Deze grootheden zijn bepaald volgens de definities uit de Circulaire Industrielawaai. Er is gemeten in de relevante bedrijfsperiode, op een meetpunt langs de ontsluitingsweg waarlangs de transportbewegingen plaatsvinden, voor de gevels van woningen buiten de eventuele geluidzone van het bedrijf.

De bovenvermelde grootheden zijn, met uitzondering van  $L_{\text{piek}}$ , bepaald met behulp van een statistische geluidniveau-analysator. Er is gemeten in blokjes van 15 minuten op de relevante momenten met transportverkeer. Ook  $L_{01}$ ,  $L_{05}$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{80}$ ,  $L_{90}$  en  $L_{95}$  zijn bepaald. Alle

meetuitkomsten zijn herleid op invallend geluid op een beoordelingsafstand van 7,5m uit de as van de rijrichting. In genoemde meetperioden zijn tevens bandopnamen gemaakt ten behoeve van ondermeer een tijdreeksanalyse, waaruit tevens  $L_{\text{piek}}$  is afgelezen.

Waar mogelijk zijn in overleg met betrokkenen de rijbewegingen in scene gezet waardoor deze - door ze enkele malen te herhalen - een betrouwbaarder meetresultaat opleveren.

Er is tijdens het meten geen grote tegenwerking van bedrijven ondervonden. Wel is door enige bedrijven aangedrongen op een discrete behandeling van de meetresultaten. In een enkel geval (Almelo) was er tijdens de metingen zoveel stoorgeluid dat de metingen vroegtijdig moesten worden afgebroken.

### 6.3 Resultaten van de geluidmetingen

De gedetailleerde resultaten van de geluidmetingen zijn gerapporteerd in het TPD-werkrapport nr. TPD-HAG-RPT-950085. Hier wordt een samenvattend overzicht gegeven van de bevindingen.

In tabel 1 zijn de over de verschillende tijdvakken gemiddelde equivalente geluidniveaus per meetlocatie aangegeven, en ook de gemiddelde piekniveaus. De waarden zijn de gemiddelden van de equivalente geluidniveaus in de verschillende gemeten tijdvakken (gewogen naar de lengte van de tijdvakken). Opgemerkt dient te worden dat de equivalente geluidniveaus zijn bepaald gedurende beperkte delen van een dagperiode. Aangezien de niveaus over een periode van 24 uur sterk

Tabel 1. Gemiddelde equivalente geluidniveaus en gemiddelde piekniveaus per meetlocatie.

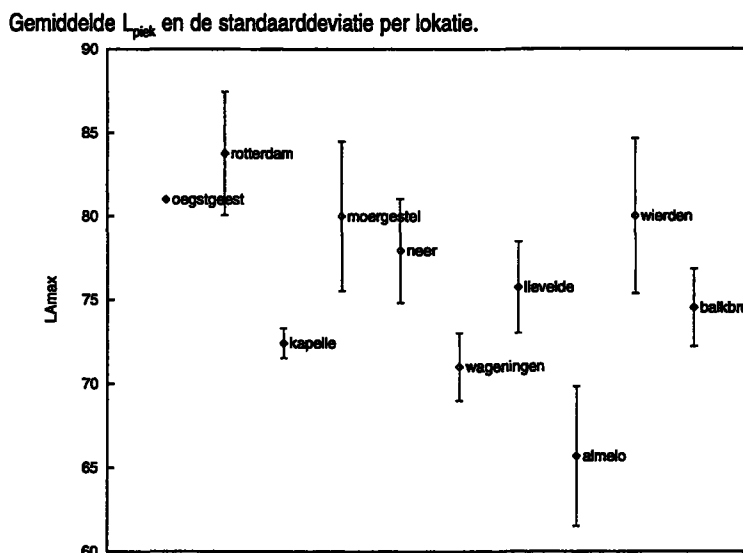
Plaats	$L_{\text{Aeq}}$ [dB(A)]	$L_{\text{piek}}$ [dB(A)]
Oegstgeest	56,8	81
Rotterdam	60,5	83,7
Kapelle	58,2	72,4
Moergestel	66,7	80,0
Neer	63,2	77,9
Wageningen	55,2	71,0
Lievelde	64,2	75,7
Almelo	56,0	65,7
Wierden	62,5	80,0
Balkbrug	64,6	74,5

kunnen variëren, zijn de waarden in de tabel niet representatief voor het gemiddelde over een etmaal.



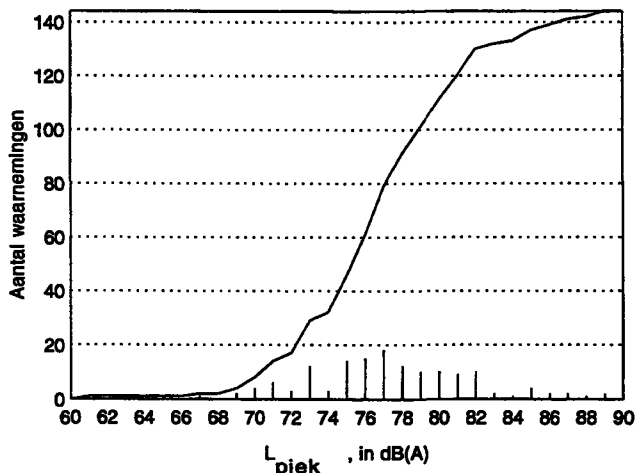
De spreiding in de gemeten piekniveaus is aanzienlijk, zeker wanneer alle lokaties samen worden genomen (figuur 2), maar ook wanneer elke lokatie afzonderlijk wordt gezien (figuur 1). De gevonden piekniveaus lopen uiteen van 61 tot 89 dB(A), met een zwaartepunt in de range van 73 tot 82 dB(A). De verschillen per lokatie kunnen voor een groot deel worden toegeschreven aan de rijstijl van de chauffeurs, waarbij vooral de keuze van de versnelling een rol speelt (veel toeren in een lage versnelling). De verschillen tussen lokaties zijn de resultante van verschillen in de verkeerssituatie, het materieel waarmee gereden wordt en de rijstijl van de chauffeurs.

Figuur 1



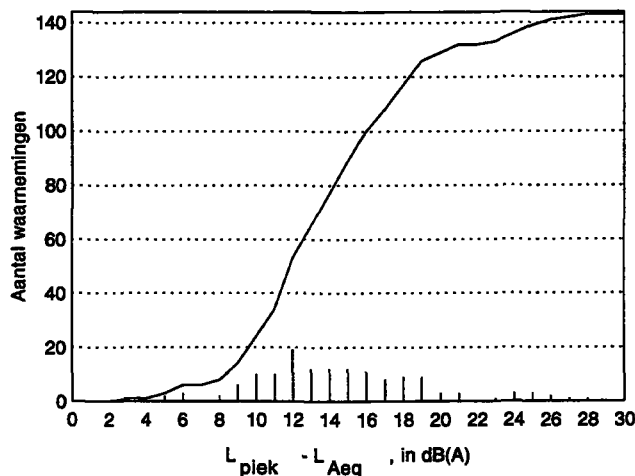
Figuur 2

Frequentieverdeling van de piekniveaus ( $L_{\text{piek}}$ ) voor alle lokaties tezamen. Zowel absoluut als cumulatief.

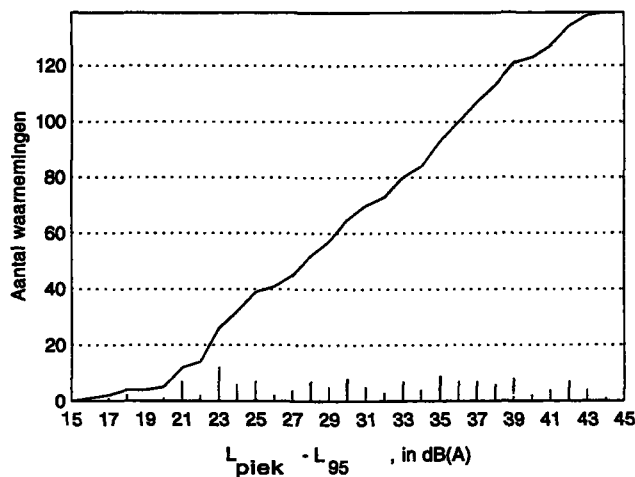


In de figuren 3 en 4 wordt een overzicht gegeven van de aangetroffen verschillen tussen de  $L_{\text{piek}}$  en respectievelijk het  $L_{\text{Aeq}}$  en  $L_{95}$ . Het verschil  $L_{\text{piek}}-L_{\text{Aeq}}$  loopt van 3 tot 28 dB(A),  $L_{\text{piek}}-L_{95}$  ligt tussen 16 en 44 dB(A).

**Figuur 3** Frequentieverdeling van de verschillen tussen  $L_{\text{piek}}$  en  $L_{\text{Aeq}}$  voor alle lokaties tezamen. Zowel absoluut als cumulatief.



**Figuur 4** Frequentieverdeling van de verschillen tussen  $L_{\text{piek}}$  en  $L_{95}$  voor alle lokaties tezamen. Zowel absoluut als cumulatief.



## 7. CONCLUSIES

De literatuurstudie leverde weinig relevante titels op. Situaties met weinig voertuigpassages met hoge pieken blijken niet onderzocht te zijn. Piekniveaus die in de literatuur gerapporteerd worden, zijn over het algemeen hoger dan de niveaus gemeten in dit onderzoek. Een oorzaak hiervan zou kunnen zijn dat vrachtwagens 'stiller' zijn geworden.

Zowel de gemeten piekniveaus in situaties waar hinder gerapporteerd was, als de verschillen daarvan met het  $L_{Aeq}$ - en  $L_{95}$ -niveau vertonen een grote variatie. Per lokatie kan dit samenhangen met verschillen in rijstijl van de chauffeurs. De verschillen tussen de lokaties kunnen de resultante zijn van verschillen in de verkeerssituatie, het materieel waarin gereden wordt en, eveneens, de rijstijl. De gevonden piekniveaus lopen uiteen van 61 tot 89 dB(A), met een zwaartepunt in de range van 73 tot 82 dB(A). Het verschil voor  $L_{piek}-L_{Aeq}$  loopt van 3 tot 28 dB(A) en voor  $L_{piek}-L_{95}$  van 16 tot 44 dB(A). De gevonden piekniveaus zijn weergegeven in tabel 1 en de figuren 1 en 2; de verdelingen van genoemde verschillen in de figuren 3 en 4.

## REFERENTIES

BERG R van den & JONG RG de. Werkrapport bevattende het verslag van de onderdelen c en d van het project "Herziening Circulaire Industrielawaai"; beoordeling piekniveaus. Leiden: TNO-PG, intern werkrapport, april 1995.

JONG RG de, OPMEER CHJM, & MIEDEMA HME. Hinder door milieuverontreiniging in Nederland. Den Haag: Ministerie VROM, Directoraat-Generaal Milieubeheer. Publikatiereeks Verstoring, Rapportnummer Verstoring nr.8, maart 1995.

JONG RG de, MIEDEMA HME, HENDRIKS H, BOOM A en VOS H. Verstoringen 1993: Geluid- en geurbelastingen en lokale luchtverontreiniging in Nederland. Leiden: TNO-PG, rapportnr. 95.065, oktober 1995.

MATSER JJ, EISSES AR en MINNEN E. Akoestisch onderzoek vrachtwagenbewegingen. TPD-HAG-RPT 950085, juni 1995.



**BIJLAGE 1.**

**Geraadpleegde titels**



- BJÖRKMAN M. Maximum noise levels in road traffic noise. *J. Sound Vibr.* (1988) 127(3), 583-587.
- BJÖRKMAN M, and RYLANDER R. Community noise the importance of noise levels and ....  
Inter-noise 90 + 72 Science for silence conf Goteborg Sweden 1990.
- BOUMAN PA, KLUIT PJJ, SCHOEMAKER ThJH, en WAARD J vd. Goederenvervoer en leefmilieu. Delft: TUD, Fac. Civiele Techniek, Vakgroep Verkeer, nr. VK 6401.301. 1990.
- BOUTER L. Methoden van effectonderzoek: welke designs zijn acceptabel? *TSG* (1992) 70(8), 490-493.
- BRADLEY JS. On dose response curves af annoyance to aircraft noise. (not published yet)
- FINEGOLD LS, HARRIS CS, and GIERKE HE von. Community annoyance and sleep disturbance: updated criteria for assessing the impacts of general transportation noise on people. *Noise Control Eng. J.* (1994) 42(1), 25-30.
- FINEGOLD LS, HARRIS CS, and GIERKE HE von. Updated dose-response relationships for predicting community annoyance and sleep disturbance due to aircraft overflight noise. NATO-CCMS Symposium Baltimore MD, 16-20 May 1994.
- FINEGOLD LS, FIDELL S, PEARSONS K, and HOWE R. Field study of sleep disturbance from nighttime aircraft overflight noise. NATO-CCMS Symposium Baltimore MD, 16-20 May 1994.
- GJESTLAND T. Assessment of annoyance from road traffic noise. *J. Sound Vibr.* (1987) 112(2), 369-375.
- GJESTLAND T. Assessment of helicopter noise annoyance: a comparison between noise from helicopters and from jet aircraft. *J. Sound Vibr.* (1994) 171(4), 453-458.
- HALL FL, and TAYLOR SM. Reliability of social survey data on noise effects. *J. Acoust. Soc. Am.* (1982) 72(4), 1212-1221.
- HOWARTH HVC, and GRIFFIN MJ. The annoyance caused by simultaneous noise and vibration from railways. *J. Acoust. Soc. Am.* (1991) 89(5), 2317-2323.
- JÄCKER M, und ROGALL H. Benutzersvorteile für Lärmarme Lastkraftwagen - das Heidelberger Modell. *Zeitschr. Lärmbekämpfung* (1993) 40, 161-168.
- JEHAE M. Geluisoverlast Schiphol kan 80 procent minder. *Natuur en Milieu* (1994), juli/augustus, 4-5.
- JONAH BA, BRADLEY JS, and DAWSON NE. Predicting individual subjective responses to traffic noise. *J. Applied Psych.* (1981) 66(4), 490-501.
- LUZ GA, and MAROHN HD. Recommended technical improvements for helicopter noise modeling. NATO-CCMS Symposium Baltimore MD, 16-20 May 1994.
- NAMBA S, KUWANO S, and FASTL H. Cross-cultural study on the loudness, noisiness, and ...  
*Noise Contr. Engineering 16th Intern. Conf. Beijing sept 15-17 198*
- PERSSON K, and RYLANDER R. Disturbance from low-frequency noise in the environment: a survey among the local environmental health authorities in Sweden. *J. sound Vibr.* (1988) 121(2), 339-345.
- RAO PR, RAO KV, DEV KS, and RAO MGS. Subjective reaction to road traffic noise in the city of Visakhapatnam. *Indian J. Envir. Protection* (1990) 10(11), 852-855.



RYLANDER R, BJÖRKMAN M, and ÅHRLIN U. Dose-response relationships for traffic noise and annoyance. *Archives Envir. Health* (1986) 41(1), 7-10.

SATO T. The effect of vibration on noise annoyance: a survey on traffic noise and vibration in Sapporo. *Envir. Int.* (1990) 16, 561-566.

STEVENSON DC, and McKELLAR NR. The effect of traffic noise on sleep of young adults in their homes. *J. Acoust. Soc. Am.* (1989) 85(2), 768-771.

WIELAND R, und SCHÖNPFLUG W. Regulation und Fehlregulation im Verhalten. IV: Entspannung bei Angst und Lärmbelastung. *Psychologische Beiträge* (1980) 22, 521-536.

TNO Technisch Physische Dienst TU Delft

Stieltjesweg 1  
Postbus 155  
2600 AD Delft

Telefoon 015 269 20 00  
Fax 015 269 21 11

Ministerie VROM/DGM  
Directie Geluid en Verkeer, IPC 635  
t.a.v. ir. M. van den Berg  
Postbus 30945  
2500 GX Den Haag

Doorkiesnummer

015 - 2692466

Datum

7 december 1995

Ons nummer

TPD-HAG-LTR-950860

Uw brief

MBG 95013313

Onderwerp

Resultaten relatie  $L_x$ - $L_{max}$  vrachtwagens,  
zaaknummer 95130018

Projectnummer

528.118

Geachte heer van den Berg,

Hierbij ontvangt u de waarden van de A-gewogen geluidexpositie-niveaus  $L_x$  en piekniveaus  $L_{max}$  tijdens vrachtwagenpassages, waarvan wij het geluid gemeten hebben ten behoeve van een eerder dit jaar (in samenwerking met TNO-PG) uitgevoerd onderzoek. Voor dit onderzoek werden tien meetlocaties geselecteerd nabij bedrijven die regelmatig door vrachtwagens worden bezocht en die in de directe omgeving van woonbebouwing liggen.

De geluidexpositie-niveaus zijn bepaald uit de bandopnamen van zeven meetlocaties in Moergestel, Rotterdam, Kapelle, Wierden, Lievelede, Balkbrug en Neer. Bij de drie andere meetlocaties is het aantal gemeten vrachtwagenpassages te beperkt om een relatie tussen  $L_x$  en  $L_{max}$  te kunnen afleiden. Voor het bepalen van deze relatie is per meetlocatie slechts een deel van de metingen bruikbaar, vanwege stoorlawaai door andere geluidbronnen. Dit stoorlawaai bemoeilijkt het bepalen van het geluid-expositieniveau in veel sterkere mate dan het bepalen van het piekniveau.

Bijlage 1 geeft de direct uit de bandopnamen afgeleide A-gewogen niveaus van 66 passages, die *niet* voor de afstand tussen geluidbron en microfoon zijn gecorrigeerd. Hierdoor zijn de piekniveaus verschillend van de al eerder, in de rapportage van bovengenoemd onderzoek, gegeven waarden (rapport TPD-HAG-RPT-950085). Per meetlocatie hebben we de verschillen tussen  $L_x$  en  $L_{max}$  grafisch weergegeven in bijlage 2.

Bijlagen 2

Kopie: DS-EIS-HAG

TNO Technisch Physische Dienst TU Delft vervult vanuit een multi-disciplinaire aanpak opdrachten voor bedrijfsleven en overheid. Kennisgebieden zijn: toegepaste fysica, informatica, mechanica, elektronica, materialen en procestechnologie.



Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden voor onderzoekopdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank en de Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

Ons nummer

TPD-HAG-LTR-950860

Blad

2

Datum

7 december 1995

Uit bijlage 2 blijkt dat het gemiddelde verschil  $L_x-L_{max}$  afhankelijk is van de meetlocatie. Bij een kort durende passage met een snel rijdend voertuig is dit verschil relatief klein. Rijdt het voertuig langzaam voorbij, dan is de tijdsduur waarover het geluid-expositieniveau wordt relatief lang en is het verschil groter. Ook de afstand tussen de microfoon en de geluidbron heeft invloed op het verschil  $L_x-L_{max}$ . Hoe groter de afstand, hoe groter het verschil.

Wij vertrouwen erop met deze rapportage uw vragen op passende wijze te hebben beantwoord.

Hoogachtend,  
TNO-TPD-TU Delft



ir. A.R. Eisses  
Hoofdafdeling Geluid

EIS/

Ons nummer

TPD-HAG-LTR-950860

Blad

3

Datum

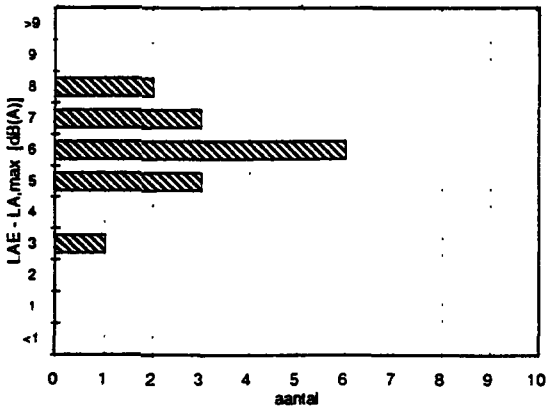
7 december 1995

## Bijlage 1

nr	$L_x$ [dB(A)]	$L_{max}$ [dB(A)]	$L_x-L_{max}$ [dB(A)]	nr	$L_x$ [dB(A)]	$L_{max}$ [dB(A)]	$L_x-L_{max}$ [dB(A)]
1	79.1	77.8	1.3	43	79.3	75.7	3.6
2	88.9	91.3	-2.4	44	78.2	73.7	4.5
3	85.3	82.1	3.2	45	86.7	80.2	6.5
4	85.2	81.8	3.4	46	84.1	79.5	4.6
5	71.3	65.4	5.9	47	87.5	86.1	1.4
6	73.4	64.6	8.8	48	84.7	79.5	5.2
7	70.1	64.5	5.6	49	83.4	73.6	9.8
8	67.8	61.3	6.5	50	79.6	71.1	8.5
9	70.0	63.3	6.7	51	84.5	76.8	7.7
10	71.0	64.8	6.2	52	84.8	78.1	6.7
11	71.9	65.0	6.9	53	87.1	78.2	8.9
12	70.1	62.7	7.4	54	77.5	73.4	4.1
13	66.2	62.0	4.2	55	81.3	75.6	5.7
14	70.1	63.3	6.8	56	81.2	75.5	5.7
15	69.3	63.1	6.2	57	80.7	73.8	6.9
16	68.8	62.0	6.8	58	76.9	69.3	7.6
17	84.4	77.3	7.1	59	81.1	74.1	7.0
18	83.8	76.7	7.1	60	81.3	77.0	4.3
19	83.3	75.9	7.4	61	81.5	76.4	5.1
20	83.8	76.9	6.9	62	81.3	79.1	2.2
21	82.4	76.0	6.4	63	83.4	79.4	4.0
22	74.8	69.5	5.3	64	81.4	77.4	4.0
23	77.1	71.6	5.5	65	85.3	82.0	3.3
24	79.3	73.4	5.9	66	84.0	79.8	4.2
25	81.7	74.1	7.6	67	82.8	80.2	2.6
26	81.3	75.8	5.5	68	81.3	76.9	4.4
27	76.7	70.7	6.0	69	81.1	76.8	4.3
28	79.4	72.8	6.6	70	78.0	72.7	5.3
29	75.0	67.5	7.5	71	83.7	79.5	4.2
30	77.8	72.9	4.9	72	81.9	78.2	3.7
31	80.8	76.3	4.5	73	83.5	79.3	4.2
32	83.0	76.0	7.0	74	83.8	83.1	0.7
33	75.0	68.7	6.3	75	78.5	75.2	3.3
34	72.2	65.5	6.7	76	85.0	82.4	2.6
35	79.1	76.3	2.8	77	83.4	81.2	2.2
36	80.4	74.2	6.2	78	83.7	81.2	2.5
37	87.4	86.3	1.1	79	81.5	81.9	-0.4
38	85.3	80.2	5.1	80	84.8	82.3	2.5
39	84.3	77.5	6.8	81	81.8	78.4	3.4
40	75.9	69.7	6.2	82	83.9	82.6	1.3
41	90.1	84.7	5.4				
42	81.7	75.9	5.8				

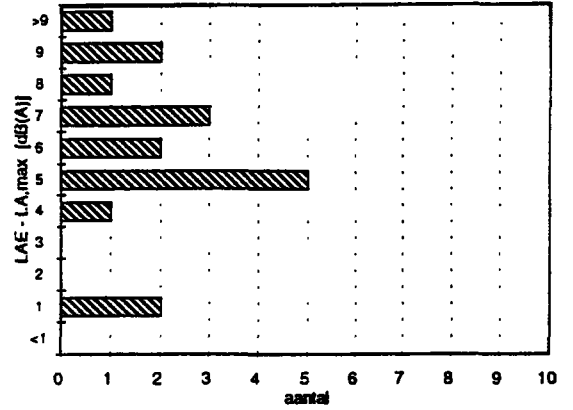


Lieveide



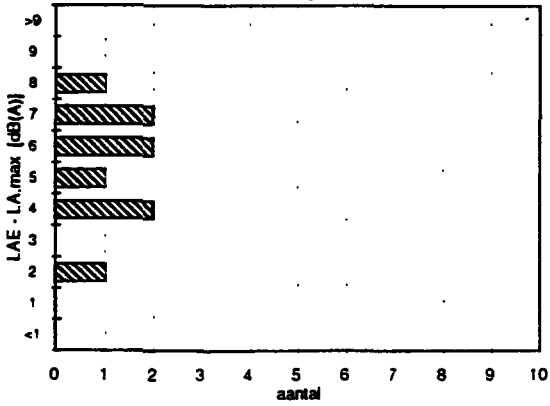
LAE - LA,max      gemiddeld      5,9 dB(A)  
 minimum waarde      2,8 dB(A)  
 maximum waarde      7,6 dB(A)  
 standaard deviatie      1,2 dB(A)

Wierden



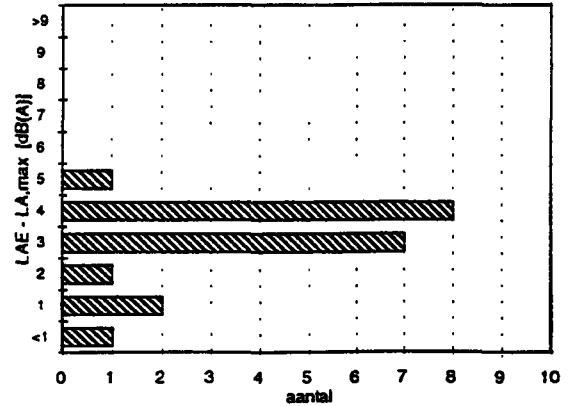
LAE - LA,max      gemiddeld      5,8 dB(A)  
 minimum waarde      1,1 dB(A)  
 maximum waarde      9,8 dB(A)  
 standaard deviatie      2,3 dB(A)

Balkbrug



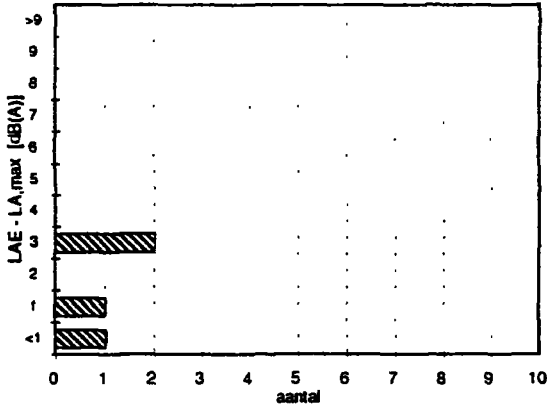
LAE - LA,max      gemiddeld      5,4 dB(A)  
 minimum waarde      2,2 dB(A)  
 maximum waarde      7,6 dB(A)  
 standaard deviatie      1,6 dB(A)

Neer



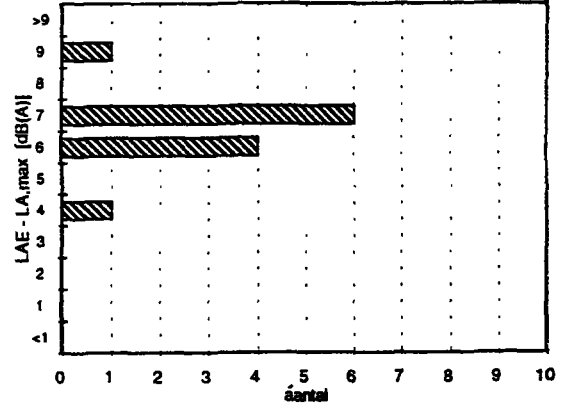
LAE - LA,max      gemiddeld      3,1 dB(A)  
 minimum waarde      -0,4 dB(A)  
 maximum waarde      5,3 dB(A)  
 standaard deviatie      1,4 dB(A)

Moergestel



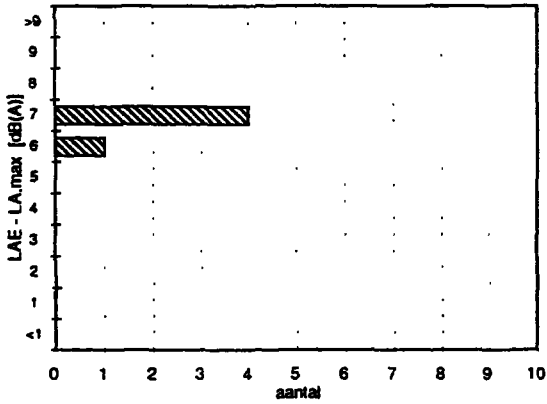
LAE - LA,max      gemiddeld            1,4 dB  
 minimum waarde      -2,4 dB  
 maximum waarde      3,4 dB  
 standaard deviatie    2,3 dB

Rotterdam



LAE - LA,max      gemiddeld            6,5 dB  
 minimum waarde      4,2 dB  
 maximum waarde      8,8 dB  
 standaard deviatie    1,0 dB

Kapelle



LAE - LA,max      gemiddeld            6,9 dB  
 minimum waarde      6,4 dB  
 maximum waarde      7,4 dB  
 standaard deviatie    0,3 dB



**MINISTERIE VAN VOLKSHUISVE-  
STING, RUIMTELIJKE ORDENING EN  
MILIEUBEHEER**

**Datum:** 8 januari 1996

**Van:** ir M van den Berg  
tst.: 4495 kmr.: A14.14  
**IPC:** 635

**Aan :**  
**Dir./Afd.:**

**Onderwerp: Beoordeling indirecte hinder wegverkeerslawaaï met LAeq**

### **inleiding**

Door samenloop van regelgeving kwamen het de laatste jaren steeds meer voor dat het geluid van verkeer van en naar inrichtingen beoordeeld werd met gebruik van het instrumentarium van industrielawaai. De schijnbaar onoplosbare problemen die zo ontstonden vroegen om een oplossing.

Een van de problemen (naast de eveneens lastige definitie-kwesties) was het gebruik van grenswaarden voor piekniveaus die vooral bij vrachtwagens frequent overschreden werden of dreigden te worden.

De geponeerde oplossing was voor de beoordeling van situaties waarin wegverkeer de bron was, het instrumentarium van wegverkeer te gebruiken, dwz beoordeling op LAeq en niet meer op piekniveaus. De vraag was of daarmee de normstelling niet ontoelaatbaar versoepeld zou worden. Om de kennis op dit gebied te vergroten is onderzoek uitgevoerd door TNO.

### **beoordeling situaties**

De Gezondheidsraad heeft een aantal criteria geformuleerd voor gezondheidkundige advieswaarden. De volgende tabel is (met redactionele aanpassing) overgenomen uit het advies:

## Lange termijn gezondheidseffecten van geluidblootstelling

	situatie	Waarnemings niveau		
		dosismaat	waarde in dB(A)	bin- nen/buite- n
<b>1. Voldoende Bewijs</b>				
- gehoorschade	werk	LAeq,8hr	75	binnen
	sport	LAeq,24hr	70	binnen
- bloeddruk	werk	LAeq,8hr	< 85	binnen
	huis	LAeq,6-22hr	70	buiten
- ischaemische hartziek- ten	huis	LAeq,6-22hr	70	buiten
- hinder	huis	Ldn	42	buiten
- ontwaken	slaap	SEL	60	binnen
- slaap stadia	slaap	SEL	35	binnen
- zelf gerapporteerde slaapkwaliteit	slaap	LAeq,nacht	40	buiten
- schoolprestatie	school	LAeq,dag	70	buiten
<b>2. Beperkt bewijs</b>				
- geboortegewicht				
- immuun systeem				
- psychiatrische stoornis- sen				
<b>3. Gebrekkig bewijs</b>				
- congenital effects				
- immune system	slaap			

BRON: Geluid en Gezondheid, Gezondheidsraad, september 1994

Met waarneemdrempel wordt bedoeld de waarde waarboven in onderzoek effect is aangetoond. Opvallend aan deze criteria is dat in plaats van piekwaarden (maximum bij een gebeurtenis) de L<sub>Ax</sub> (=SEL=energie-inhoud per gebeurtenis) als maat wordt gehanteerd.

De vraag is nu of bij weglating van een aparte beoordeling van L<sub>Amax</sub>, de hier genoemde



waarden (in belangrijke mate) overschreden worden. Daarbij moet nog wel aangetekend worden dat de gezondheidskundige impact van een toename in slaapstadiumverschuivingen niet goed bekend is. Dit geldt in iets mindere mate voor ontwaakreacties, alhoewel ook daar het de vraag is of een zeer lage kans op een ontwaakreactie (bijvoorbeeld eens per week of per maand) nog schadelijk voor de gezondheid genoemd kan worden.

### **onderzoek**

Het onderzoek bestond uit een inventariserende fase en een nadere analyse. In de inventariserende fase werden metingen verricht in een aantal situaties die volgens deskundigen typerend waren voor gevallen waar hinder op zou kunnen treden ten gevolge van door de inrichtingen aangetrokken vrachtverkeer. Dit leverde een breed scala op aan meetgegevens. In de analyse fase werden deze gegevens met elkaar in verband gebracht ten einde de relatie tussen  $L_{max}$  en  $L_{Ax}$  te bepalen. In de bijlage is de relatie weergegeven tussen  $L_{Ax}$  en  $L_{Amax}$  voor vrachtwagens. De correlatiecoëfficiënt is .99, wat zelfs bij deze relatief beperkte meetset zeer hoog genoemd kan worden (1 = maximale samenhang). Ter illustratie is ook de relatie opgenomen die eerder voor vliegtuigen werd gevonden. Verder is een grafiek opgenomen met de cumulatieve frequentieverdeling van  $L_{Ax}$ -waarden zoals die in het onderzoek gevonden werd.

### **uitkomsten**

Het probleem kan van 2 kanten benaderd worden:

1. Wat moet de normering zijn opdat aan de gezondheidscriteria voldaan kan worden;
2. Hoe verhoudt de geldende normering (gebaseerd op  $L_{Aeq}$  en  $L_{Amax}$ ) zich tot de criteria.

1. Uit het TNO-onderzoek blijkt dat in de gemeten situaties de  $L_{Ax}$  waarden variëren van 66 tot 90 dB(A), met een gemiddelde van 80 dB(A) en een 90-percentiel van 85 dB(A). Op grond van de gegevens is het goed mogelijk aan te geven met welke effecten rekening moet worden gehouden over een bepaalde range. De volgende tabel geeft een overzicht

### Relatie effect en geluidsbelastingen gemeten aan de gevel van de woning

L <sub>Aeq</sub> etmaal dB(A)	ernstige hinder (% van de bevol- king)	L <sub>Aeq</sub> Nacht dB(A)	SRSQ	slaapstadium verschuivingen		Ontwaakreacties	
				laag passage- niveau L <sub>Ax</sub> =70	hoog passage- niveau L <sub>Ax</sub> =85	laag passage- niveau L <sub>Ax</sub> =70	hoog passage- niveau L <sub>Ax</sub> =85
40	0	30	0	+	0	0	
45	<1	35	0	+	0	0	
50	1-2%	40	0-10%	++	+	0	+
55	3-6%	45	5-15%	+++	+	0	++
60	8-14%	50	10-20%	++++	++	0	++
65	14-25%	55	15-25%	++++	++	0	+++

+ = < 1 reactie per nacht  
 ++ = 1-3 reacties per nacht  
 +++ = 3-10 reacties per nacht  
 ++++ = > 10 reacties per nacht  
 (SRSQ=Self Reported Sleep Quality)

Bij de samenstelling van bovenstaande tabel is geen rekening gehouden met een limitering van piekniveaus. Wel is het verschil aangegeven tussen situaties met veel, lage niveaus en met weinig, hoge niveaus. Hieruit blijkt dat in situaties met zeer hoge niveaus (die dan maar zelden kunnen voorkomen) bij een L<sub>Aeq</sub> van 40 dB(A) nog enige kans op slaapverstoring is. Het L<sub>Ax</sub> is dan 85 dB(A) aan de gevel (L<sub>max</sub>=80 dB(A)).

De relatie tussen aantallen en L<sub>Aeq</sub> voor de twee passageniveaus kan afgelezen worden uit de grafiek in de bijlage.

2.

Tot nu toe werd bij de beoordeling van de nacht een L<sub>Aeq</sub> van 40 dB(A) aangehouden, en een L<sub>max</sub> van 60 dB(A) (gemeten buiten aan de gevel). Op grond van de TNO/TPD-gegevens kan met zeer grote waarschijnlijkheid aangenomen worden dat de relatie tussen L<sub>Ax</sub> en L<sub>max</sub> beschreven kan worden met de relatie:  $L_{max} = 1,21 * L_{Ax} - 22,2$ . Het gemiddelde verschil is vrijwel precies 5 dB(A) ( $L_{Ax} - L_{max} = +5$  dB(A)). Dit is een stuk lager dan bij vliegtuigen, waar het gemiddelde verschil op meer dan 10 dB(A) uitkomt. Een eis van 60 L<sub>max</sub> komt dus neer op L<sub>Ax</sub>=65 dB(A), normaal gesproken is dit 45 dB(A) binnen in de slaapkamer. Het criteria voor slaapstadiumverschuivingen wordt overschreden, maar dat van ontwaakreacties niet. Indien niet tegelijkertijd een eis aan het L<sub>Aeq</sub> wordt gesteld, zou in theorie een waarde van 65 dB(A) gehaald kunnen worden (met 100 bewegingen per nacht met een L<sub>max</sub> van 60 dB(A) is het L<sub>Aeq</sub>=40 dB(A), bij 1000 bewegingen 50 dB(A)). Andersom, als er gelijktijdig de eis van L<sub>max</sub>=60 dB(A) aan de gevel en een L<sub>Aeq</sub> van 40 dB(A) geldt, dan is beneden de 100 bewegingen de L<sub>max</sub> bepalend; daarboven het L<sub>Aeq</sub>.

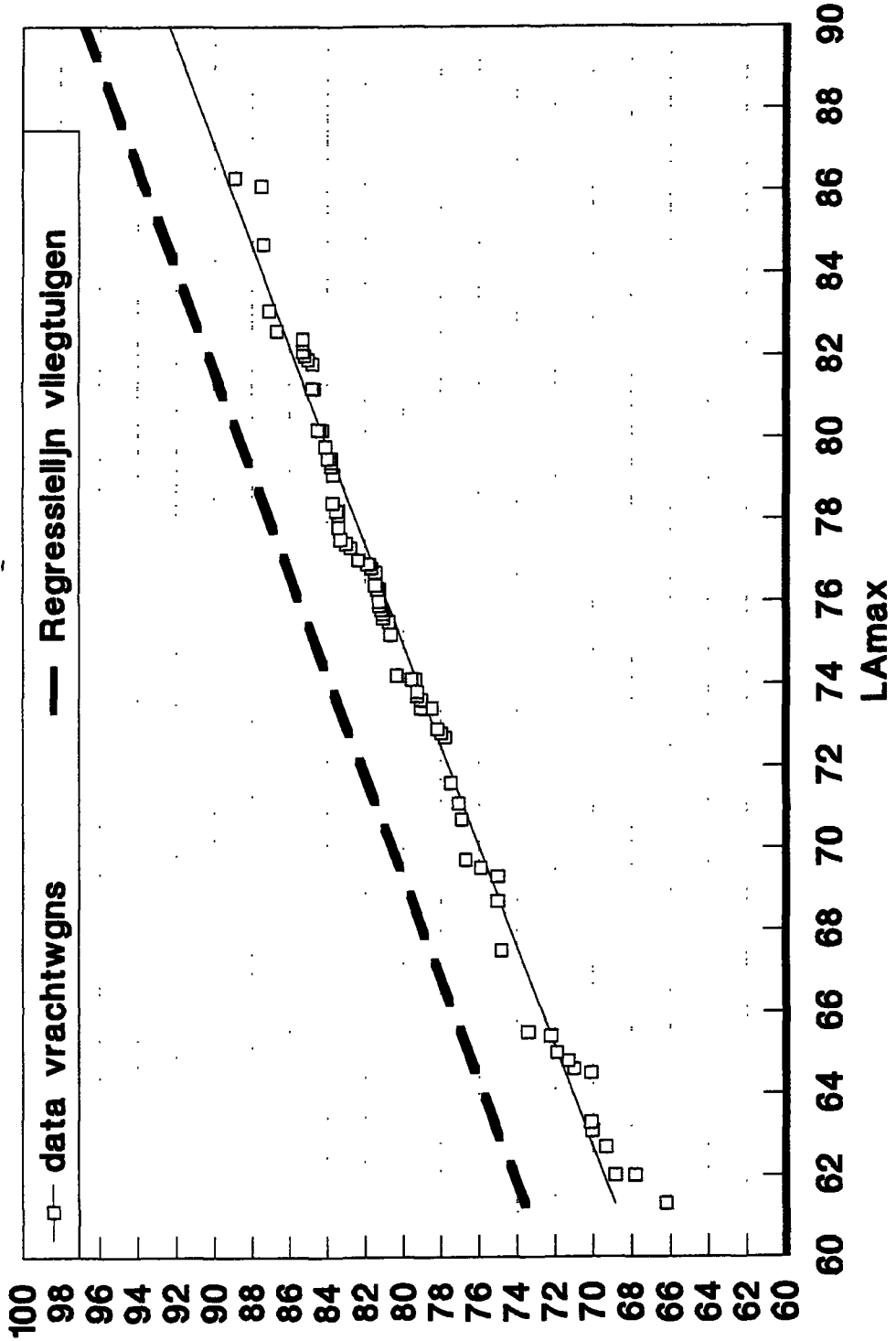
#### conclusie

Indien aan het L<sub>Aeq</sub> een eis wordt gesteld van 45 à 50 etmaalwaarde (=35 à 40 dB(A))

voor de nachtperiode), dan is een nadere eis aan  $L_{Amax}$  voor vrachtwagens eigenlijk overbodig: de meeste effecten zullen dan achterwege blijven. Wordt deze waarde echter overschreden, dan zijn nadere eisen aan de gevel noodzakelijk om tamelijk ernstige effecten te voorkomen. Een binnenwaarde van 25 dB(A) in de nacht (bij voldoende ventilatie) biedt voldoende bescherming.

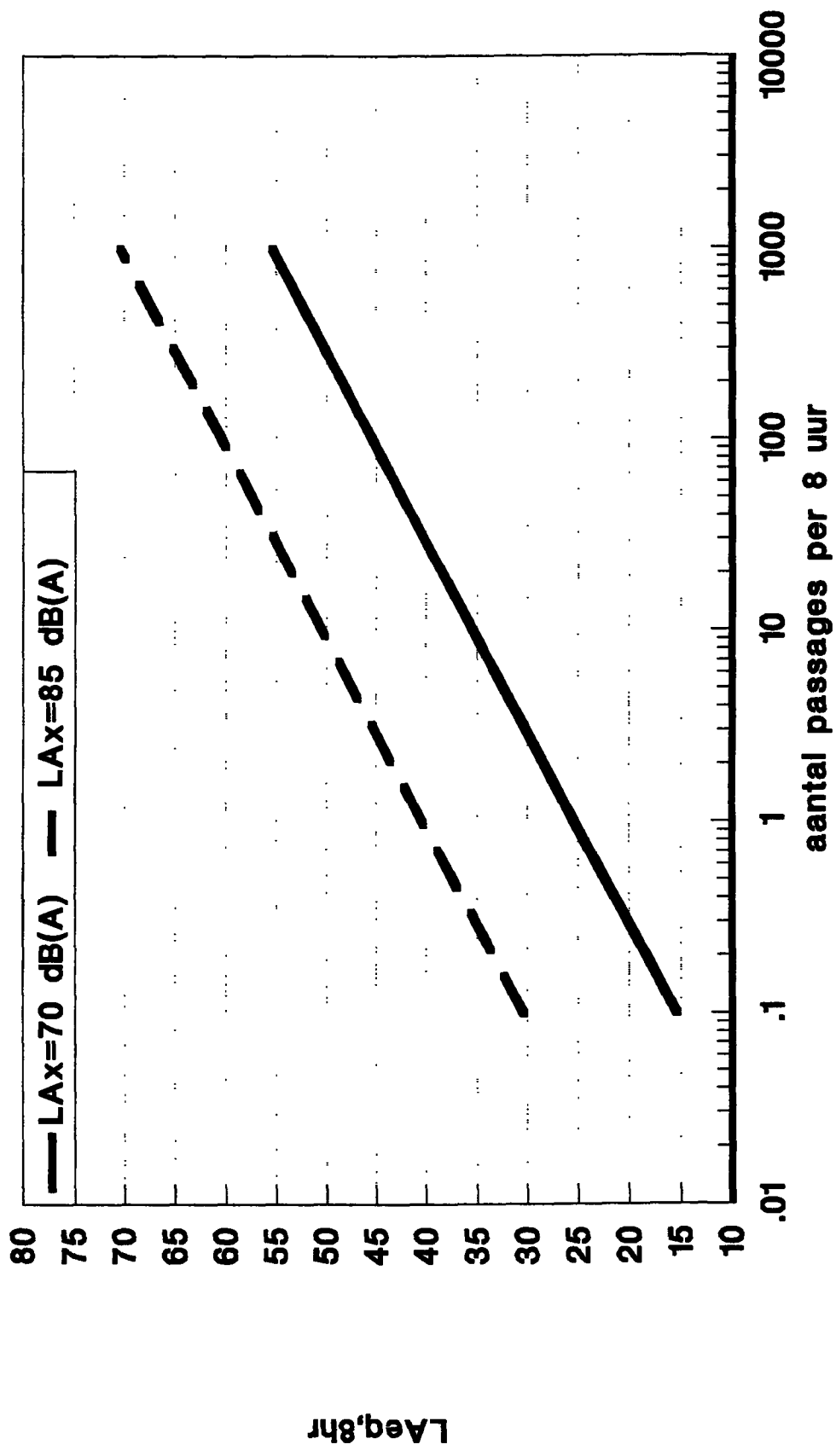
Aan de andere kant is de geldende eis van  $L_{Amax}=60$  dB(A) voor vrachtwagens kennelijk aan de strenge kant: bij één passage per nacht komt dit overeen met een  $L_{Aeq}$  van 20 dB(A) aan de gevel, ofwel ten naaste bij 0 dB(A) binnen de woning. Hierbij moet wel bedacht worden dat geen zeer kort durende impulsachtige geluiden (stoten, piepen) mogen optreden.

# LAx vrachtwagens uitgezet tegen LAmx



correlatie:0.99

# LAeq 8 uurs periode en aantallen passages van vrachtwag



# Cumulative frequentieverdeling LAx-waarden

