



Retouradres: TNO Intro, Postbus 6041, 2600 JA Delft

RIVM
T.a.v. de heer ir. J. Jabben
Postbus 1
3720 BA BILTHOVEN



Schoemakerstraat 97
Postbus 6041
2600 JA Delft

www.tno.nl

T 015 269 68 29
F 015 262 43 41
intro@intro.tno.nl

Onderwerp
Verstoring 2002

Datum
23 juli 2003

Onze referentie
03-6B-172-61251

E-mail
hme.miedema@intro.tno.nl

Doorkiesnummer
015 269 47 33

Doorkiesfax
015 262 43 41

Kopie aan
Mevr.dr.s. A.E.M. Franssen,
RIVM

De heer M. van den Berg, VROM

Geachte heer Jabben,

Hierbij bied ik u een verslag aan over analyses met betrekking tot geluidhinder van wegverkeer. Het betreft exploratieve analyses over de rol die afstand tot de weg, aantal voertuigen en percentage zwaar verkeer hebben in aanvulling op de *DNL* bij de voorspelling van hinder.

Met deze rapportage zijn de werkzaamheden in het kader van het project "Verstoring 2002", waarvoor opdracht is verleend met de brief van 26 maart 2002 (kenmerk 155365) van de heer Jabben, afgesloten.

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, zoals gedeponereerd bij de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Haaglanden; de Algemene Voorwaarden zullen op verzoek worden toegezonden.

Met vriendelijke groet,

b/a

Henk. M.E. Miedema
projectleider

**Aan**

E. Franssen, J. Jabben (RIVM) en M. van den Berg (VROM/DGM)

Van

H. Vos en H. Miedema (TNO Inro)

Onderwerp

De invloed van wegkenmerken op zelfgerapporteerde hinder door wegverkeer.

Schoemakerstraat 97
Postbus 6041
2600 JA Delft

www.tno.nl

T 015 269 68 29
F 015 262 43 41
inro@inro.tno.nl**Datum**

23 juli 2003

Onze referentie

03-6N-101-61251

E-mail

hme.miedema@inro.tno.nl

Doorkiesnummer

015 269 47 33

Doorkiesfax

015 262 43 41

Inleiding

De spreiding tussen de DNL/DENL – hinder curven uit verschillende studies is voor wegverkeer relatief groot (zie Miedema, H.M.E., Vos, H. Exposure-response relationships for transportation noise. J. Acoust. Soc. Am. 104 (6): 3432-3445 (1998)). Om beter zicht te krijgen op factoren die de relatief grote spreiding veroorzaken tussen expositie-hinder relaties zijn verkennende analyses uitgevoerd. De resultaten daarvan worden hier beschreven.

Data

In het KennisBestand Verstoringen (KBV) zijn variabelen opgenomen over:

1. afstand tot de bron;
2. het aantal voertuigen gedurende verschillende perioden van een etmaal;
3. het percentage zwaar verkeer.

Afstand tot de bron (*AFS*) is in de meeste gevallen als variabele in het oorspronkelijke gegevensbestand aanwezig of is uit bijvoorbeeld kaartmateriaal afgeleid.

Het aantal voertuigen (*AANT*) in een deelperiode van een etmaal, (06-07), (07-19), (19-22), (22-23) en (23-06), is eveneens direct uit de oorspronkelijke gegevens gehaald, of in andere gevallen uit tabellen of grafieken afgeleid. Het aantal voertuigen in de periode 07.00 – 19.00 uur was voor de meeste studies beschikbaar en is daarom hier gebruikt. Percentage zwaar verkeer (*PZV*) is in de meeste gevallen beschikbaar per etmaal, en in sommige gevallen voor een deelperiode. Hier is de etmaalwaarde gebruikt.

In tabel 1 is voor elke studie met minstens één van vele genoemde variabelen, een overzicht van het beschikbare aantal respondenten per variabele opgenomen.



Datum
23 juli 2003

Onze referentie
03-6N-101-61251

Blad
2

Tabel 1: Aantal respondenten voor 3 variabelen voor studies in het KBV

Fields catalogus code	<i>AFS</i>	<i>AANT</i>	<i>PZV</i>
AUS329			826
CAN120		1149	1149
CAN121	402	1304	246
FRA 92		975	975
GER192	679	827	827
GER374		578	578
JPN369	823	823	823
NET106	420	420	420
NET258	365	365	365
NET276	656		
NET362	288	293	293
SWI173	1077	1371	
TRK367	154		
UKD 71	2903	2903	2903
UKD 72	1027	975	1040
UKD238	53		
totaal	8847	11983	10445

Analysemodel

Hinder van een respondent door geluid wordt in het algemeen gemeten op een n-puntsschaal. Om in een analyse de resultaten onderling vergelijkbaar te maken, worden deze n-puntsschalen getransformeerd naar een schaal van 0 naar 100. De ligging van de grenzen van de intervallen hangt af van het aantal categorieën dat gebruikt is in een studie. Bijvoorbeeld voor een 11 puntsschaal, onder de aanname van gelijke intervallen per categorie, worden de grenzen op een 0-100 schaal: 0, 9, 18, ..., 82, 91, 100. De hinder wordt berekend uit een lineaire combinatie van geluidbelasting *DNL* en andere voorspellers, in dit geval met name afstand tot de weg (*AFS*), aantal voertuigen (*AANT*) of percentage zwaar verkeer (*PZW*).

Eerst wordt het basismodel met *DNL* berekend, op basis van de respondenten met valide waarden voor de te onderzoeken extra voorspeller. Vervolgens wordt de extra voorspeller toegevoegd.

Met inbegrip van random studie-effect en random individuele effecten wordt het model:

$$A_{ij} = b_0 + b_1 DNL_{ij} + b_2 X_{2ij} + u_{0j} + e_{ij}$$

waarbij X_{2ij} de extra voorspeller, u_{0j} een random studie factor normaal verdeeld met gemiddelde 0 en variantie σ_s^2 , en e_{ij} een normaal verdeelde individuele error term met gemiddelde 0 en variantie σ_i^2 is. Het random studie-effect wordt opgenomen in het model om de fluctuatie in uitkomsten tussen studies (zie Inleiding) te beschrijven. Als door toevoeging van een extra voorspeller het random studie-effect kleiner wordt,



Datum
23 juli 2003

Onze referentie
03-6N-101-61251

Blad
3

geeft dit aan dat de toegevoegde voorspeller een deel van de variatie tussen studies verklaart.

Uit analyses die hier niet gerapporteerd worden, bleek echter dat de modellen met een random studie effect niet tot een stabiele oplossing leidden. Dit was te wijten aan de hoge correlaties tussen de schattingen voor de variatie van het individuele random effect (σ^2_i) en voor het studie random effect (σ^2_s). Om deze reden is geen random studie-effect opgenomen in de modellen waarvoor hier de resultaten gepresenteerd worden, zodat alle variantie wordt opgevat als variantie tussen individuen:

$$A_{ij} = b_0 + b_1 DNL_{ij} + b_2 X2_{ij} + e_{ij}$$

waarbij $X2_{ij}$ de extra voorspeller is, e_{ij} is de normaal verdeelde individuele error term, waarin nu ook de variatie tussen studies is opgenomen is, met gemiddelde 0 en variantie σ^2_i .

De parameters van de modellen worden geschat door grouped regression. Als maat voor de fit van een model wordt -2Loglikelihood ($-2L$) gegeven. Hoe lager $-2L$, hoe beter de fit van het model.

Resultaten

Afstand

Tabel 2: Afstand tot de bron. Alle variabelen zijn significant op het 1% niveau

	Model 1	Model 2	Model 3
$-2L$	29091	28995	29074
σ^2_i	1568	1553	1566
b_0	-121	-108	-112
DNL	2.54	2.38	2.47
AFS		-0.14	
$\lg(AFS)$			-4.41

Model 1 in tabel 2 is het basismodel, met alleen DNL als onafhankelijke variabele. Het effect van deze predictor is statistisch significant, wat aangeeft dat DNL een deel van de geluidhinder door wegverkeer verklaart.

Bij Model 2 wordt AFS naast DNL als verklarende variabele opgenomen, bij Model 3 is een log-transformatie op AFS uitgevoerd. Hoewel de bijdragen van AFS en van $\lg(AFS)$ beide statistisch significant zijn, verbetert de fit van het model meer als er geen log transformatie op afstand wordt uitgevoerd (Model 2). In Model 2 gaat de coëfficiënt van DNL enigszins omlaag ten opzichte van Model 1, wat aangeeft dat AFS een deel van de verklaring van DNL 'overneemt'.

Het effect van afstand is in de verwachte richting: verder van de weg is er bij gelijk DNL wat minder hinder. Dit kan te maken hebben met de invloed van niet-akoestische factoren die kunnen doorwerken op de geluidhinder, zoals geen zicht op de weg of geen last van trillingen.



Datum
23 juli 2003

Onze referentie
03-6N-101-61251

Blad
4

Aantal voertuigen

Tabel 3: Aantal voertuigen van 07.00 – 19.00 uur. Alle variabelen zijn significant op het 1% niveau

	Model 1	Model 2	Model 3
-2L	39740	39701	39289
σ^2_i	1453	1448	1393
b0	-101	-93	-99
<i>DNL</i>	2.24	2.09	1.85
<i>AANT</i> /1000		0.15	
lg(<i>AANT</i>)			6.80

Model 1 in tabel 3 is het basismodel, met alleen *DNL* als onafhankelijke variabele. Het effect van deze predictor is statistisch significant.

Bij Model 2 wordt *AANT* /1000 naast *DNL* als verklarende variabele opgenomen, bij Model 3 is een log-transformatie op *AANT* uitgevoerd. Hoewel de bijdragen van *AANT* /1000 en van lg(*AANT*) beide statistisch significant zijn, verbetert de fit van het model nu beduidend meer als er wel een log transformatie wordt uitgevoerd (Model 3). In Model 3 gaat de coëfficiënt van *DNL* omlaag ten opzichte van Model 1, wat aangeeft dat *AANT* een deel van de verklaring van *DNL* 'overneemt'.

Het effect van aantal is dat bij meer voertuigen overdag, bij gelijk *DNL*, de hinder wat hoger is. Dit kan te maken hebben met het ontbreken van stille intervallen (pauzes).

Percentage zwaar verkeer

Tabel 4: Percentage zwaar verkeer. Alle variabelen zijn significant op het 1% niveau.

	Model 1	Model 2	Model 3
-2L	32260	32137	32103
σ^2_i	1462	1441	1437
b0	-99	-97	-85.76
<i>DNL</i>	2.27	2.15	1.99
<i>PZV</i>		0.52	
lg(<i>PZV</i>)			6.52

Model 1 in tabel 4 is het basismodel, met alleen *DNL* als onafhankelijke variabele. Het effect van deze predictor is statistisch significant.

Bij Model 2 wordt *PZV* naast *DNL* als verklarende variabele opgenomen, bij Model 3 is een log-transformatie op *PZV* uitgevoerd. In beide gevallen is de bijdrage van deze extra voorspeller significant en de verbetering in de fit ten opzichte van Model 1 is iets hoger als er een log transformatie wordt uitgevoerd (Model 3), maar het verschil in verbetering met Model 2 is beperkt. Vooral in Model 3 gaat de coëfficiënt van *DNL*



Datum
23 juli 2003

Onze referentie
03-6N-101-61251

Blad
5

omlaag ten opzichte van Model 1, wat aangeeft dat *PZV* vooral in dat model een deel van de verklaring van *DNL* 'overneemt'.

Het effect van percentage zwaar verkeer is dat bij een groter aandeel van het zwaar verkeer, bij gelijk *DNL*, de hinder wat hoger is. Dit kan te maken hebben met akoestische effecten (hogere pieken), maar wellicht heeft het meer te maken met andere invloeden op de omgeving van zwaar verkeer die kunnen doorwerken op de geluidhinder, zoals meer trillingen en meer stank van uitlaatgassen.

Conclusie en discussie

Bij meer voertuigen overdag, bij gelijk *DNL*, is de hinder wat hoger is. Dit kan te maken hebben met het ontbreken van stille intervallen (pauzes), een factor die kan doorwerken op de geluidhinder. Dit effect van aantal passages is, mede gezien de discussie over de invloed van aantal overvluchten bij vliegtuigen bij gelijke *DNL* of *DENL* interessant, maar behoeft verder uitwerking voordat definitieve conclusies getrokken kunnen worden. De invloed van de twee andere onderzochte factoren, afstand tot de weg en percentage zwaar verkeer, op de geluidhinder van wegverkeer lijkt beperkter. Opvallend is ook dat de reductie in de hinder spreiding (σ^2_i) het grootst is als aantal passages overdag (na log transformatie) groter is dan de invloed op deze spreidingsmaat van de twee overige onderzochte factoren.

Alvorens definitieve conclusies te kunnen trekken zou meer inzicht verkregen moeten worden in hoe de hier onderzochte factoren hun invloed uitoefenen. Voor verdere, daar op gerichte exploratie is het aan te bevelen combinaties van de hier onderzochte drie factoren gelijktijdig te onderzoeken, en persoonsfactoren op te nemen waarvan bekend is dat deze de relatie tussen belasting en hinder beïnvloeden, zoals leeftijd en geluidgevoeligheid. Verder zou meer inzicht in de manier waarop de factoren bijdragen aan de hinder verkregen kunnen worden door ook te kijken naar de invloed ervan op slaapverstoring en communicatieverstoring. Mogelijk is er ook een samenhang met hinder door trillingen. Een aanvullende manier om verder uit te zoeken waarom aantal voertuigen en percentage zwaar verkeer een extra effect lijken te hebben, is de invloed ervan voor delen van het etmaal te onderzoeken. In enkele studies zijn de benodigde gegevens beschikbaar voor de dag- en nachtperiode. In deze studie(s) is het mogelijk de nachtelijke geluidbelasting, de nachtelijke aantallen en mogelijk de nachtelijke percentages zwaar verkeer en slaapverstoring met elkaar in verband te brengen.