



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Opties voor een stedenindex voor wegverkeersgeluid

RIVM Briefrapport 2016-0021
O. Breugelmans et al



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Opties voor een stedenindex voor wegverkeersgeluid

RIVM Briefrapport 2016-0021
O. Breugelmans et al.

Colofon

© RIVM 2016

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

O. Breugelmans (auteur), RIVM
D. Houthuijs (auteur), RIVM
Ric van Poll (auteur), RIVM
Dolf de Gruijter (auteur), RIVM

Contact:
Oscar Breugelmans
Centrum Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid
oscar.breugelmans@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Directoraat Gezondheid en Milieu, afdeling Klimaat, Lucht en Geluid, in het kader van de beleidsondersteuning door het Expertise Centrum Geluid

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Opties voor een stedenindex voor wegverkeersgeluid

Geluid van wegverkeer kan hinder en gezondheidsklachten, zoals slaapverstoring, verhoogde bloeddruk en hart- en vaatziekten, veroorzaken. Om hier goed beleid voor te kunnen ontwikkelen kan een geluidsindex voor steden behulpzaam zijn. Om tot zo'n index te komen heeft het RIVM op verzoek van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu geïnventariseerd welke indicatoren inzicht kunnen verschaffen in verkeersgeluid en de daarmee samenhangende effecten op het welbevinden en de gezondheid van de bevolking.

Gezondheid heeft een belangrijke plaats in de nieuwe Omgevingswet. De aanpak van geluidsoverlast sluit binnen gemeenten niet altijd aan bij de omvang van het probleem. Op basis van de stedenindex kan het milieuprobleem beter en transparanter op de agenda worden gezet en zo een aanzet vormen om actie te ondernemen.

Er zijn meerdere indicatoren die de omvang van de effecten van geluid van wegverkeer op de gezondheid en het welbevinden kunnen laten zien. Het RIVM heeft een aantal indicatoren uitgewerkt en met elkaar vergeleken. Als voorbeeld zijn 40 grote en middelgrote gemeenten geanalyseerd. Het gaat daarbij om de blootstelling aan geluid, de hinder die mensen ondervinden, en de gezondheidsschade die ontstaat. De keuze van de indicator beïnvloedt hoe de steden ten opzichte van elkaar 'scoren' op de index.

Er is niet één indicator aan te wijzen die het beste te gebruiken is. Verdere ontwikkeling van de index hangt af van de beleidsdoelen die bereikt moeten worden en de maatregelen die daarvoor beschikbaar zijn. Daarnaast zijn de kosten en de mogelijkheid om de index te volgen in de tijd van belang.

Kernwoorden: wegverkeer, geluid, blootstelling, hinder, MGR, gezondheid, sanering

Synopsis

Options for a city index for traffic noise

Exposure to traffic noise can lead to annoyance and health problems such as sleep disturbance, high blood pressure and cardiovascular diseases. To take sound policy measures to combat these adverse effects, municipalities might benefit from a city index. At the request of the Ministry of Infrastructure and the Environment, RIVM has made an inventory of possible indicators for a city index that can provide insight in traffic noise and the related adverse effects on wellbeing and health of the population.

Environmental health has an important place in the new Dutch law for the living environment ('Omgevingswet'). Addressing noise pollution within municipalities does not concur with the extent of the problem up till now. A city index can place this environmental problem on the municipal agenda in a better and more transparent way and incite further action.

Several indicators can show the size of the effects of traffic noise on health and wellbeing of the population. RIVM has worked out and compared a number of suitable indicators. As an example, the indicators have been calculated for 40 large and medium size municipalities. The indicators comprise exposure to traffic noise, perceived noise annoyance in the home, health risks, and soundproofing of homes. The choice for an indicator has influence on the ranking of the municipalities on the city index.

No one indicator can be highlighted that is most suitable for the creation of a city index for noise pollution. Further development of a city index depends on the goals that need to be reached and the policy measures that are available to municipalities. The associated costs and the possibility to monitor the city index over time should also be taken into account.

Keywords: road traffic, noise exposure, annoyance, health, MGR, noise insulation

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

2 Afbakening — 13

3 Blootstelling aan geluid — 15

4 Welbevinden en gezondheidseffecten van geluid — 19

4.1 (Ernstige) hinder — 19

4.2 Milieu Gezondheids Risico indicator (MGR) — 24

5 Indicatoren op basis van saneringsbeleid — 27

6 Discussie — 29

7 Literatuur — 37

Bijlage A: Case studies gezondheidsindicatoren — 39

Bijlage B: Ernstige hinder door wegverkeer – vergelijking indicatoren — 45

Samenvatting

Gezondheid is een van de centrale thema's bij de modernisering van het milieubeleid. Belangrijk onderdeel is omgevingslawaaï in de stedelijke omgeving. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft het RIVM gevraagd om te onderzoeken of, en zo ja welke indicatoren gemeenten inzicht kunnen verschaffen in (de geluidssituatie door) wegverkeersgeluid en de daarmee samenhangende effecten op het welbevinden en de gezondheid. Het doel van deze onderzoeksvraag is het aandragen van bouwstenen voor een stedenindex waarmee getoond kan worden hoe de effecten op gezondheid en welbevinden door blootstelling aan wegverkeersgeluid in een gemeente zich verhouden tot de situatie in andere Nederlandse gemeenten. De stedenindex kan gebruikt worden als stimulans om gemeenten aan te sporen de wegverkeersproblematiek hoger op de agenda te zetten en in gesprek te komen over concrete beleidsmaatregelen. Voor de overzichtelijkheid zijn de voorbeeldindicatoren in de rapportage niet voor alle Nederlandse gemeenten uitgewerkt, maar ligt de focus op de gemeenten van het G4 en G32 netwerk van (middel)grote steden.

Vanuit het DPSIR framework is een aantal indicatoren geselecteerd en gecreëerd die de basis kunnen vormen voor een stedenindex. Het DPSIR framework is een systeemanalyse van de relaties tussen het milieu en de mens. De sociale, demografische en economische ontwikkelingen binnen maatschappijen (DDriving forces) oefenen druk uit op het milieu (PPressure) met als consequentie dat de toestand (State) van het milieu verandert. Dit leidt tot effecten op de menselijke gezondheid (Impact). Als de noodzaak wordt gezien om de negatieve gevolgen voor de mens en het milieu te vermijden of te verminderen kunnen maatregelen worden getroffen om de toestand van het milieu te verbeteren of te wijzigen (Response).

Een mogelijke indicator om de druk op onze leefomgeving weer te geven is het percentage van de bevolking dat wordt blootgesteld aan geluid boven een bepaalde waarde veroorzaakt door wegverkeer. Afhankelijk van de behoefte kunnen verschillende geluidsniveaus gekozen worden als grenswaarde om het percentage vast te stellen, waarbij een grenswaarde die overeenkomt met een gezondheidkundige advieswaarde de voorkeur verdient.

De belangrijkste gezondheidseffecten van geluid zijn hinder, slaapverstoring, verhoogde bloeddruk en hart- en vaatziekten. Op basis van de beschikbare informatie is ernstige hinder door blootstelling aan wegverkeersgeluid gekozen als indicator om de impact op het welbevinden van de bevolking weer te geven. Het percentage gehinderden is op twee manieren vast te stellen:

1. door op basis van de geluidbelasting per woonadres het percentage potentieel gehinderden per gemeente te berekenen met een blootstelling-respons relatie.
2. Met een vragenlijstonderzoek waarin de respondenten gevraagd wordt naar de mate waarin zij hinder ondervinden door geluid van wegverkeer.

Beide methoden zijn toegepast en met elkaar vergeleken. De analyse toont dat de correlatie tussen de twee hinderindexen laag is. Voor de toepassing van één van beide methoden is een gedegen afweging van de voor- en nadelen van de methoden noodzakelijk om aan te sluiten bij het doel dat de stedenindex moet gaan dienen.

Als indicator om de impact op de gezondheid van de bevolking in een stedenindex weer te geven is de Milieu-Gezondheids Risico indicator (MGR) gebruikt die door het RIVM wordt ontwikkeld. De MGR is bedoeld om een integrale afweging van de impact van milieufactoren mogelijk te maken. Om de indicator specifiek te maken is deze uitgerekend door alleen wegverkeer als milieufactor in een deel-MGR op te nemen en de overige milieufactoren buiten beschouwing te laten.

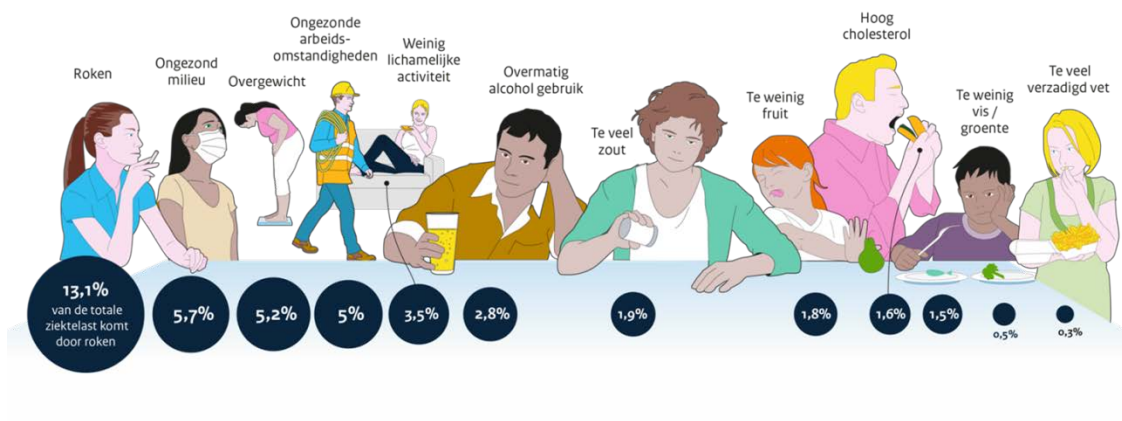
Gemeentebeleid op het gebied van verkeersgeluid is divers en laat zich moeilijk onder één noemer vangen. Om de respons van gemeenten op het milieuprobleem in een stedenindex weer te geven is het percentage voor geluid gesaneerde woningen ten opzichte van de saneringsvoorraad in kaart gebracht. Deze informatie is beschikbaar voor een groot aantal Nederlandse gemeenten in een databestand van het Bureau Sanering Verkeerslawaaai (BSV). Dit is een duidelijk voorbeeld van een op een beleidsdoel gerichte indicator, namelijk het uitvoeren en afronden van de saneringsvoorraad.

De voorbeeldindicatoren in de rapportage tonen dat er meerdere mogelijkheden zijn om een stedenindex te ontwikkelen waarmee Nederlandse gemeenten kunnen worden vergeleken op de gezondheids- en welzijnsaspecten die de blootstelling aan wegverkeersgeluid met zich meebrengt. Het ontwikkelen van een stedenindex heeft toegevoegde waarde als het een handelingsperspectief biedt voor gemeenten, de beleidsinspanningen kunnen worden gemonitord in de tijd, en vooral ook als de beleidsinspanningen leiden tot verbetering van de ranking op de stedenindex. Voor lokale steun is het van belang dat er een relatie is tussen de indicator en lokaal waargenomen knelpunten. Vanuit kostenooqpunt heeft aansluiting bij bestaande initiatieven en ontwikkelingen de voorkeur.

1 Inleiding

Gezondheid is een van de centrale thema's bij de modernisering van het Nederlandse milieubeleid. Belangrijk onderdeel is omgevingslawaai in de stedelijke omgeving. Langdurige blootstelling aan lawaai leidt tot een scala aan gezondheidseffecten in (een deel van) de bevolking: van hinder en slaapverstoring tot hart- en vaataandoeningen en voortijdige sterfte (1). Aangespoord door (inter)nationale regelgeving nemen overheden maatregelen om te zorgen voor zo min mogelijk blootstelling aan geluidsniveaus die schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid. Beleidsmatig is er daarom behoefte aan indicatoren die in staat zijn om gemeenten en/of agglomeraties inzicht te verschaffen in de geluidssituatie vanuit gezondheidskundig perspectief.

Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft het RIVM gevraagd om te onderzoeken of, en zo ja welke indicatoren gemeenten inzicht kunnen verschaffen in de geluidssituatie door wegverkeersgeluid en de daarmee samenhangende effecten op het welbevinden en de gezondheid. Deze indicator(en) kunnen daarnaast gebruikt worden om een stedenindex of benchmark te maken waarmee gemeenten kunnen zien hoe hun situatie zich verhoudt tot die van andere Nederlandse gemeenten. Deze stedenindex kan door gemeenten gebruikt worden in hun afwegingen om zich wel of niet in te zetten voor het verbeteren van de geluidssituatie veroorzaakt door wegverkeer. In het meest ideale geval ontstaat een stedenindex die in de loop van de tijd gevolgd kan worden en de invloed van het door de gemeenten gevoerde beleid weer kan geven.



Figuur 1: Bijdrage van verschillende risicofactoren aan de totale ziektelast (2)

Blootstelling aan een ongezond milieu draagt in Nederland voor 5,7% bij aan de totale ziektelast, waarbij luchtverontreiniging en geluid de meeste impact hebben. Hinder en slaapverstoring worden gezien als de belangrijkste effecten van geluid. Daarnaast kunnen effecten op onder andere cognitie en hart- en vaataandoeningen optreden. Voor hinder en slaapverstoring zijn eenvoudige blootstelling-responsrelaties beschikbaar; voor de overige effecten zijn de relaties wel beschreven, maar is de implementatie minder eenvoudig (3). Het lijkt daarom in eerste instantie voor de hand te liggen hinder en slaapverstoring als

uitgangspunt voor een relatief eenvoudige stedenindex voor de effecten van omgevingsgeluid te nemen.

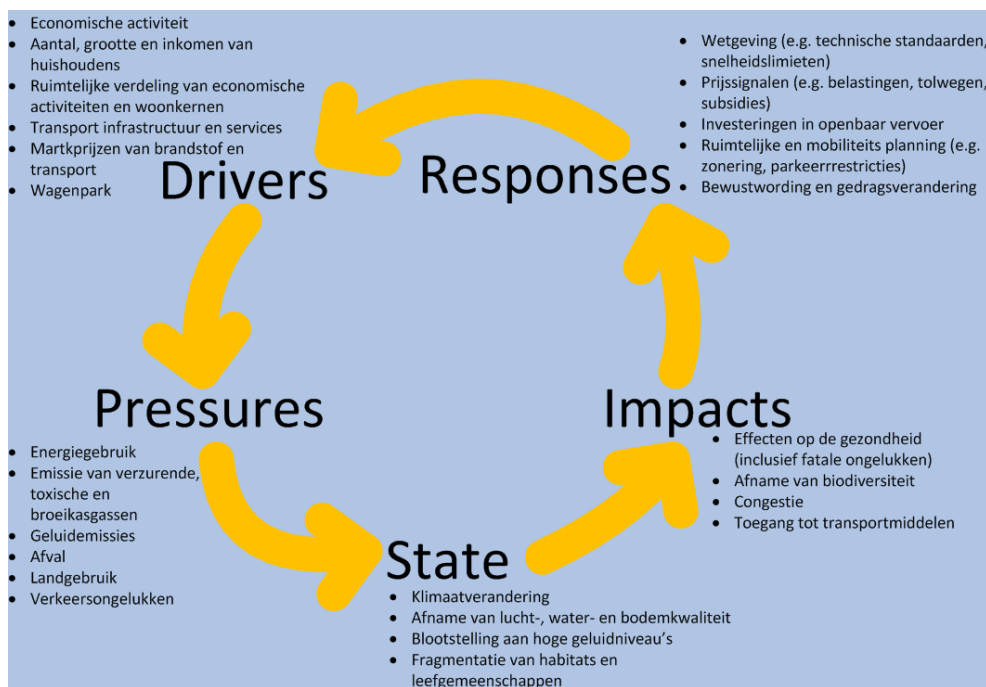
Bij de uitwerking van de Omgevingswet en binnen het voor de Modernisering Milieubeleid belangrijke programma 'slimme en gezonde stad' is gebleken dat er behoefte is aan lokale afwegingsinstrumenten waarmee de milieubelasting van verschillende omgevingsfactoren kan worden vergeleken. Het kan zinvol zijn om bij het creëren van een stedenindex voor wegverkeersgeluid gebruik te maken van een methodiek met resultaten die in dezelfde eenheid worden uitgedrukt als voor andere milieufactoren. Dit maakt het in de toekomst mogelijk om de stedenindex uit te breiden naar andere milieudomeinen en deze ook onderling te vergelijken en af te wegen. Bij het RIVM wordt hiertoe een indicator ontwikkeld (MGR: Milieu-GezondheidsRisico indicator). De MGR kan, in relatieve zin, de milieukwaliteit vanuit een gezondheidkundig perspectief weergeven op een laag aggregatieniveau. De MGR is vanwege het relatieve karakter niet normatief. Dit geldt overigens, vanwege het ontbreken van een criterium, ook voor indicatoren gebaseerd op hinder en/of slaapverstoring.

Een stedenindex kan ook worden gevormd op basis van 'normatieve' indicatoren. Hierbij moet worden gedacht aan grenswaarden die beleidsmatig zijn geformuleerd (zoals maximale waarde en/of voorkeurswaarde) of die gebaseerd zijn op gezondheidkundige inzichten (bijvoorbeeld advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie).

In dit briefrapport worden verschillende voorbeelden voor een stedenindex aangedragen. Allereerst wordt een theoretisch kader en een indeling van verschillende typen indicatoren gegeven. Daarna gaan we in op indicatoren gebaseerd op de blootstelling aan geluid, gevolgd door indicatoren die verschillende gezondheidkundige aspecten in kaart brengen. Van beide typen wordt een bestaand voorbeeld besproken. Als case studie worden hinder, slaapverstoring en de MGR ten gevolge van geluid verder uitgewerkt voor de gemeenten van de G4 en het G32-stedennetwerk.

2 Afbakening

De European Environment Agency (EEA) gebruikt het DPSIR framework (Driving forces, Pressure, State, Impact, Response) voor de indeling van en de rapportage over milieu-indicatoren binnen Europa (4). Er zijn verschillende uitbreidingen en toevoegingen op het DPSIR framework gerealiseerd, maar het basis framework voldoet als ingang voor de discussie over een stedenindex/milieu-indicator voor wegverkeersgeluid. Het rapport van de EEA beschrijft het DPSIR framework als een systeemanalyse van de relaties tussen het milieu en de mens. Diving forces zijn de sociale, demografische en economische ontwikkelingen binnen maatschappijen en de bijbehorende veranderingen in levensstijl, productie- en consumptiepatronen. Deze ontwikkelingen oefenen druk (Pressure) uit op het milieu met als consequentie dat de toestand (State) van het milieu verandert. Dit kan bijvoorbeeld invloed hebben op de voorwaarden voor een goede gezondheid, aanwezige grondstoffen en de biodiversiteit. Dit leidt tot een Impact op de menselijke gezondheid, ecosystemen en materialen. Als de noodzaak wordt gezien om de negatieve gevolgen voor de mens en het milieu te vermijden of te verminderen kunnen maatregelen worden getroffen om de toestand van het milieu te verbeteren of te wijzigen; de respons (Response). Deze respons zorgt voor een terugkoppeling op de andere factoren door aanpassing of het nemen van maatregelen.



Figuur 2: Voorbeeld van een DPSIR framework voor verkeer en mobiliteit (Aangepast framework van European Environment Agency(5))

Het DPSIR framework is zinvol voor het beschrijven van de relaties tussen de oorsprong en de consequenties van milieuproblemen. Daarnaast geeft het een ingang voor het creëren en indelen van milieu-

indicatoren. Figuur 2 geeft inzicht in het type indicatoren en de informatie die de DPSIR elementen verbinden.

Het EEA rapport vervolgt met een typologie van milieu-indicatoren. De indicatoren worden geïnclassificeerd in 4 groepen die antwoord proberen te geven op de volgende vragen:

- Wat gebeurt er met het milieu en met de mens? (beschrijvende indicatoren)
- Doet het ertoe? (prestatie indicatoren)
- Gaan we vooruit? (efficiëntie indicatoren)
- Zijn we over het geheel genomen beter af? (indicatoren voor het totale welbevinden)

Het is niet de bedoeling om in deze notitie een uitputtend overzicht te geven van de (theoretische) overwegingen die komen kijken bij het creëren van een benchmark of indicator. Voor een zeer goed overzicht en introductie verwijzen wij u – naast het eerder genoemde EEA rapport – naar de praktische gids die is opgesteld door het team van de Yale Environmental Performance Index (6).

Vanuit het DPSIR framework is gezocht naar indicatoren die inzicht kunnen geven in de 5 elementen en waarvoor gegevensbronnen beschikbaar zijn om een stedenindex op gemeenteniveau te creëren. De indicatoren moeten inzicht geven in de gemeentelijke geluidssituatie door wegverkeer, en een relatie hebben met de gezondheid en het welbevinden van de inwoners.

Vanuit beleidsoogpunt is een onderlinge vergelijking met andere gemeenten en steden pas zinvol als een handelingsperspectief wordt geboden om de situatie voor de inwoners te verbeteren. Daarom is ook onderzocht of de beschikbare gegevensbronnen de mogelijkheid bieden om de stedenindex te monitoren in de tijd, en of het inzetten van beleid meetbaar is met de stedenindex.

Tabel 1: Onderzochte indicatoren om de gemeentelijke geluidssituatie ten gevolge van wegverkeer in kaart te brengen.

	Indicator	DPSIR	Type indicator
1	% inwoners blootgesteld aan geluid > 60 dB Lden	Pressure/ State	Prestatie
2	% Ernstig gehinderden (blootstelling-respons relatie)	Impact	Prestatie
3	Aantal ernstig gehinderden (BR relatie)	Impact	Prestatie
4	% Ernstig gehinderden (GGD monitor)	Impact	Prestatie
5	% Ernstig gehinderden (combinatie blootstelling-respons relatie en vragenlijst)	Impact	Prestatie
6	Milieu Gezondheids Risico indicator (MGR)	Impact	Totaal welbevinden
7	% saneringswoningen tov de woningvoorraad	Response	Prestatie
8	% gesaneerde woningen	Response	Prestatie

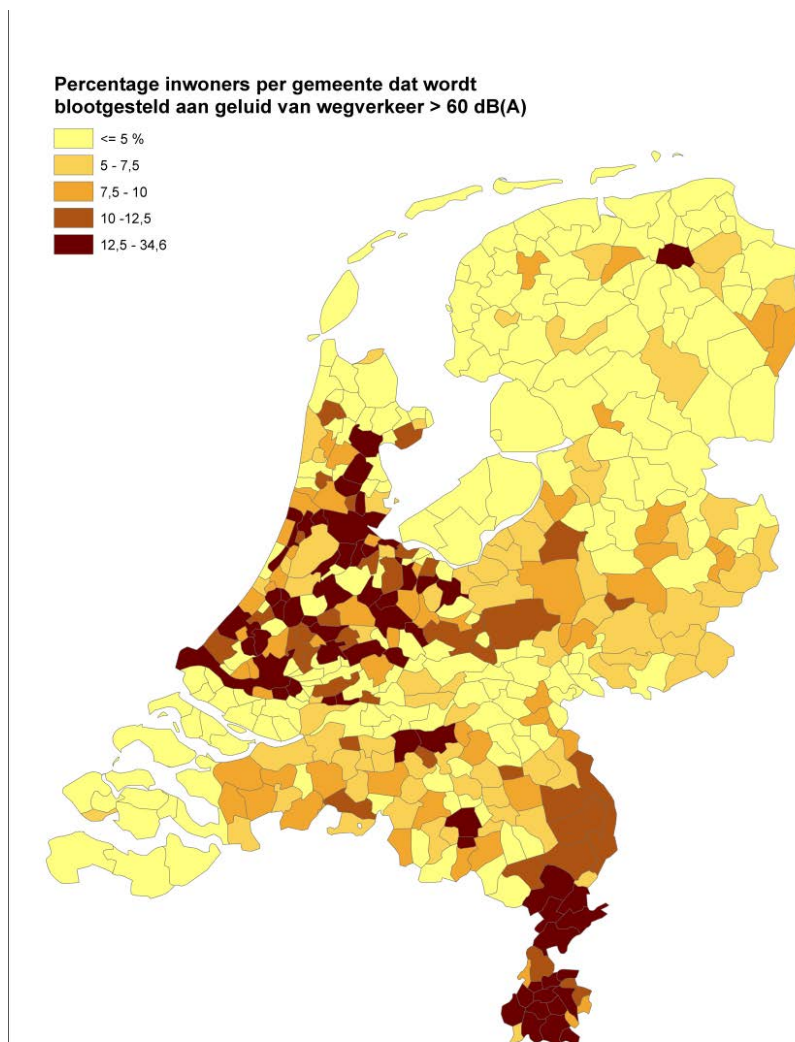
3 Blootstelling aan geluid

Als onderdeel van de Environmental Noise Directive (END) die sinds 2002 van kracht is (7), zijn EU landen verplicht elke 5 jaar strategische geluidskaarten te rapporteren aan de Europese Commissie. Het European Environmental Agency (EEA) verzamelt deze – en andere – milieu-informatie en publiceert over een groot aantal milieu-indicatoren. De strategische geluidskaarten worden door de EEA gebruikt om de blootstelling aan geluid van de bevolking in de grotere stedelijke gebieden in kaart te brengen. Het gaat daarbij om de gebieden rond alle belangrijke infrastructuur, zoals rijkswegen, spoorwegen en luchthavens. Daarnaast moet de geluidblootstelling van agglomeraties met meer dan 100.000 inwoners in kaart worden gebracht. Er is recent (december 2014) een update verschenen. De door de EEA gepubliceerde indicator beschrijft het aantal mensen dat wordt blootgesteld aan geluid (L_{den} en L_{night}) voor 2007 en 2012, en doet dat voor vliegvelden, spoorwegen en wegen. Op de website (<http://noise.eionet.europa.eu/viewer.html>) kunnen de resultaten worden bekeken. De website toont de blootstelling aan geluidsniveaus boven 55, 65, en 75 dB(A) L_{den} door snelwegen voor Nederland als geheel. Daarnaast is het aantal en percentage blootgestelden aan wegverkeer voor 21 Nederlandse gemeenten en agglomeraties beschikbaar. Het beperkte aantal gemeenten en de aanwezigheid van agglomeraties die niet direct naar gemeenteniveau zijn te differentiëren maakt EEA database minder geschikt voor een stedenindex.

Het nationale kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte (CROW-KpVV) heeft een kaart gepubliceerd met voor elke Nederlandse gemeente het percentage inwoners met een cumulatieve geluidbelasting van 60 decibel of meer (8). De kaart is gebaseerd op de geluidbelasting per postcodegebied die door het RIVM beschikbaar is gesteld (9). De kaart toont de gecumuleerde geluidbelasting door wegverkeer, railverkeer, luchtvaart, windturbines en industrie. Omdat de focus van dit briefrapport op geluid van wegverkeer ligt is een vergelijkbare analyse uitgevoerd waarbij alleen de blootstelling aan wegverkeersgeluid in beschouwing is genomen. Dit is gedaan op basis van gegevens van het Centrum Milieukwaliteit van het RIVM over de geluidssituatie in 2008 met als afkappunt 60 decibel. Het resultaat is weergegeven in figuur 3.

De figuur geeft inzicht in de blootstelling van de bevolking aan wegverkeersgeluid per gemeente en kan in principe voor verschillende afkappunten berekend worden. De hier getoonde indicator is een voorbeeld van een beschrijvende indicator, en geeft inzicht in de verschillen tussen gemeenten. Door de indicatoren te koppelen aan grenswaarden – zoals gesteld in de Wet Geluidhinder – kunnen prestatie en/of efficiëntie indicatoren verkregen worden die gemeenten kunnen aansporen om actie te ondernemen. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de getoonde indicator nog geen informatie geeft over de ligging van de woningen met een hoge geluidbelasting binnen een gemeente. Daarnaast is de in figuur 3 gepresenteerde indicator gebaseerd op geluidmodellen voor heel Nederland. Dit model kan op

lokaal niveau afwijken van de geluidkaarten die gemeenten zelf hebben laten vaststellen.



Figuur 3: Percentage inwoners per gemeente blootgesteld aan geluid van wegverkeer > 60 dB(A) Lden in 2008

Dit type indicator kan ook gebruikt worden om de trend in de tijd vast te leggen. In theorie is het dan mogelijk om de maatregelen die gemeenten genomen hebben te monitoren. Dit gaat er wel vanuit dat het effect van deze maatregelen zichtbaar is in de geluidmodellen die ten grondslag liggen aan de indicator. Om een voorbeeld te geven: een geluidmodel berekent de geluidbelasting op de gevel. Als aan een woning isolatie tegen geluiden van buiten wordt aangebracht zullen de bewoners minder zwaar belast worden. Het effect van deze geluidisolatie wordt niet zichtbaar in de indicator omdat die de belasting aan de gevel weergeeft.

Het grote voordeel van indicatoren gebaseerd op de blootstelling is dat, bij aanwezigheid van een geschikt geluidmodel, snel berekeningen voor alle Nederlandse gemeenten kunnen worden gemaakt. Daarbij kan ook het effect van verschillende voor het beleid relevante afkappunten

worden vergeleken. Het in kaart brengen van de blootstelling aan geluid geeft informatie over de milieudruk en/of de staat van het milieu waarmee de inwoners van een gemeente geconfronteerd worden.

4 Welbevinden en gezondheidseffecten van geluid

De belangrijkste gezondheidseffecten van geluid zijn hinder, slaapverstoring, verhoogde bloeddruk en hart- en vaatziekten (1). Door het stellen van regels en grenswaarden is het Nederlandse geluidbeleid is erop gericht om de bevolking bescherming te bieden tegen deze gezondheidseffecten. Toch kan het voorkomen dat onder andere (ernstige) hinder, ontwaakreacties en (ernstige) slaapverstoring optreden bij geluidsniveaus onder de gestelde voorkeurswaarden.

De opvattingen over het geluidniveau waarbij effecten op het cardiovasculaire systeem optreden, zijn aan verandering onderhevig. Zo concludeerde de Gezondheidsraad in 1994 dat er vanaf 70 dB wegverkeersgeluid sprake is van een verhoogde kans op coronaire hartziekten en verhoogde bloeddruk (10). Resultaten uit recente meta-analyses (11-14) geven aan dat geluidsniveaus vanaf ca. 50 dB Lden, het niveau van de meeste voorkeurswaarden, het risico op verhoogde bloeddruk en op coronaire hartziekten kunnen verhogen.

De Wereldgezondheidsorganisatie werkt aan een herziening van de 'Guidelines for Community Noise' uit 1999 (15). Het resultaat wordt in 2016 verwacht. Gezondheidskundige advieswaarden op basis van recente wetenschappelijke literatuur zijn zodoende in ontwikkeling. De WHO heeft in 1999 onder meer voor een aantal specifieke bestemmingen (woningen, scholen, ziekenhuizen, etc.) grenswaarden geformuleerd. Zo is afgewogen dat om de meerderheid van bewoners van woningen te beschermen tegen ernstige hinder overdag tegen geluid van een continue bron, de LAeq op balkons, terrassen en in de omgeving van de woning niet meer dan 55 dB zou moeten bedragen. Om de meerderheid van de mensen te beschermen tegen matige hinder, zou de geluidbelasting overdag niet hoger dan 50 dB LAeq moeten bedragen. Gezien deze aanbevelingen uit 1999 en de recente inzichten in de literatuur over het geluidniveau waarbij het risico op verhoogde bloeddruk en op coronaire hartziekten kan toenemen, houden we voor de blootstelling aan geluid (Lden) een gezondheidskundige advieswaarde van 50 dB aan.

Van recentere datum zijn de 'Night noise guidelines for Europe' van de Wereldgezondheidsorganisatie (16). Hierin wordt een Lnight van 40 dB als gezondheidskundige advieswaarde genoemd. Deze advieswaarde heeft tot doel de algemene bevolking tegen subklinische effecten door nachtelijke geluidblootstelling te beschermen. In het document wordt ook een interimwaarde van 55 dB Lnight genoemd. Deze is bedoeld voor situaties waar op korte termijn het bereiken van een gezondheidskundige advieswaarde van 40 dB Lnight niet haalbaar is.

4.1 (Ernstige) hinder

In de afgelopen decennia is veel onderzoek verricht naar de relatie tussen de blootstelling aan verschillende bronnen van geluid en de hinder die mensen hiervan ondervinden. Deze onderzoeken zijn samengevat door Miedema en Oudshoorn (17) tot blootstelling-respons

relaties die de omvang van de hinder op bevolkingsniveau beschrijven bij verschillende blootstellingen aan geluid (zie Bijlage A). Blootstelling-respons relaties maken het mogelijk om geluidindicatoren te creëren door op basis van de geluidbelasting per woonadres de aantallen of het percentage gehinderden per gemeente uit te **rekenen**. Als de geluidbelasting per woonadres beschikbaar is uit geluidmodellen kan deze indicator met de in Bijlage A beschreven relatie worden uitgerekend.

Een andere mogelijkheid is om de hinder te **meten** via een vragenlijstonderzoek. In de periode 2008-2010 is de door ISO gestandaardiseerde hindervraag (18) opgenomen in de 4-jaarlijkse GGD gezondheidsenquête. Deze vragenlijst is landelijk uitgezet bij ruim 180.000 respondenten. Bij het vaststellen van de hinder op deze manier worden de lokale onzekerheden vermeden die het gebruik van geluidmodellen en blootstelling-respons relaties met zich mee brengen. De hindervraag is eenmalig landelijk opgenomen in de GGD monitor. Ook in de komende GGD monitor van 2016 zal de hindervraag landelijk worden opgenomen. De resultaten van de enquêtes uit de periode 2008-2010 geven een unieke mogelijkheid om inzicht te krijgen in de verschillen tussen de berekende hinder op basis van modellen en de gemeten hinder op basis van vragenlijst onderzoek.

Tabel 2 toont een vergelijking tussen de berekende hinder op basis van de in de EU gebruikte blootstelling-respons relatie voor wegverkeer en de in de GGD gezondheidsmonitor 2008-2010 gemeten hinder. Voor het vaststellen van de geluidhinder uit de GGD monitor zijn 2 vragen samengevoegd: hinder door wegen waar harder gereden mag worden dan 50 km/u en hinder door wegen waar niet harder dan 50 km/u gereden mag worden. Om de Tabel overzichtelijk te houden is de analyse uitgevoerd voor de (middel)grote gemeenten die zich hebben verenigd in de G4 en G32 stedennetwerken en is een rangvolgorde toegevoegd. Meer informatie over de wijze waarop de resultaten in de Tabel tot stand gekomen zijn, is te vinden in Bijlage A, terwijl in Bijlage B naast de percentages ook de aantallen ernstig gehinderden per gemeente zijn weergegeven.

Tabel 2 toont dat er verschillen zijn tussen de berekende en gemeten percentages ernstig gehinderden per gemeente. De gemeten hinder is voor 37 van de 40 onderzochte gemeenten hoger dan de berekende hinder. Dit hangt mogelijk samen met veranderingen in de geluidbeleving die zich in de loop der jaren hebben voorgedaan. De gebruikte blootstelling-respons relaties zijn gebaseerd op onderzoeken uit de periode 1960-1980 en kunnen daardoor afwijken van de huidige situatie (19). Daarnaast maakt de tabel duidelijk dat de rangvolgorde van de gemeenten op basis van de berekende hinderpercentages niet correleert met de rangvolgorde van de gemeten hinder. De correlatiecoëfficiënt bedraagt 0,02 ($p=0,89$). De correlatiecoëfficiënt kan variëren tussen -1 en +1, waarbij +1 aangeeft dat er een perfecte positieve samenhang is en 0 dat er geen samenhang is tussen de twee indicatoren. Het duidelijkst komt dit naar voren bij de gemeente Amsterdam dat in de rangvolgordes op plaats 2 en op plaats 39 terechtkomt.

Wanneer we kijken naar de rangvolgorde van de aantallen gehinderden in Bijlage B dan is de overeenkomst tussen de berekende en gemeten hinder beter. Dit komt omdat het absolute aantal ernstig gehinderden samenhangt met de bevolkingsomvang van de gemeenten.

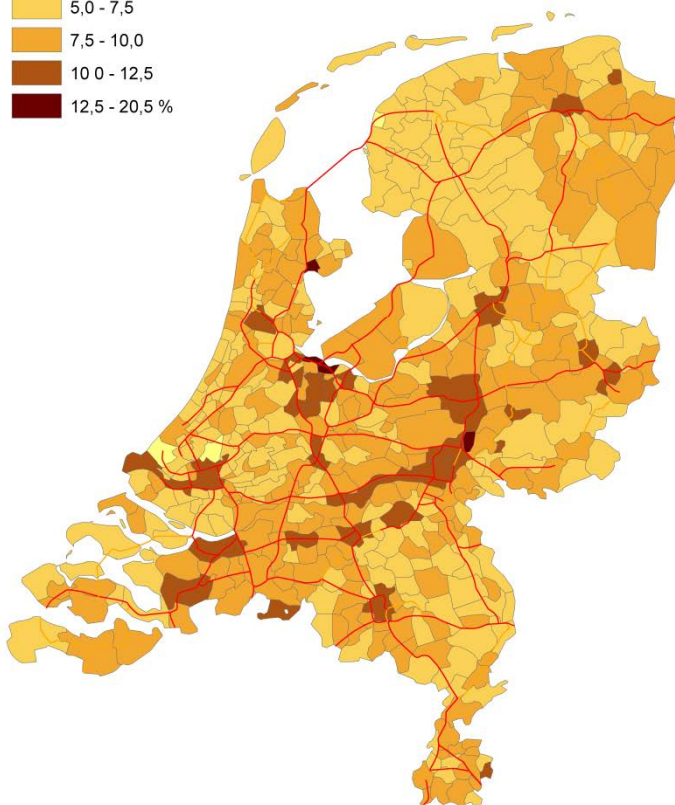
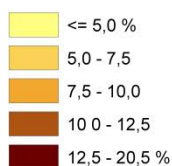
Tabel 2 Stedenindex van de berekende en gemeten percentages ernstig gehinderden door wegverkeer voor de volwassen bevolking van de G4 en G32 gemeenten

Gemeente	Inwoners (CBS)	Ernstige hinder berekend (BR relatie)		Ernstige hinder gemeten (GGD monitor)	
		%	rangvolgorde	%	rangvolgorde
Lelystad	76418	2,9	1	9,1	20
Emmen	107775	3,2	2	8,6	16
Almere	196932	3,7	3	8	13
Deventer	98540	3,9	4	7,8	12
Oss	89799	4	5	10,1	31
Helmond	89718	4,2	6	5,9	3
Zwolle	123861	4,3	7	12,2	40
Zoetermeer	124025	4,3	8	6,4	4
Haarlemmermeer	144152	4,4	9	7,8	11
Enschede	158553	4,6	10	8,7	18
Almelo	72291	4,7	11	11,1	38
Alkmaar	107106	4,9	12	6,9	8
Zaanstad	151418	4,9	13	10,7	36
Dordrecht	118899	5	14	8,2	14
Tilburg	211648	5	15	9,6	24
Leeuwarden	107691	5,1	16	7,2	10
Arnhem	152293	5,2	17	10,2	33
Nijmegen	170681	5,3	18	8,7	17
Apeldoorn	158099	5,5	19	10,1	29
Schiedam	76869	5,6	20	10	28
Gouda	71105	5,6	21	7,1	9
Hengelo	81059	5,6	22	11,4	39
Sittard-Geleen	93724	5,6	23	8,5	15
Leiden	121562	5,7	24	6,8	7
Venlo	100536	5,7	25	6,7	6
Roosendaal	76874	5,7	26	10,5	35
Groningen	200336	5,8	27	10,3	34
Breda	180937	5,9	28	9,9	26
Eindhoven	223209	6	29	11,1	37
Ede	111575	6	30	10	27
Heerlen	87500	6,3	31	9,1	21
's-Gravenhage	514861	6,3	32	9,4	22
Rotterdam	623652	6,5	33	10,1	30
Amersfoort	152481	6,5	34	8,9	19
Delft	101030	6,5	35	5,4	1
Maastricht	122397	6,6	36	9,5	23
Haarlem	156645	6,7	37	6,6	5
's-Hertogenbosch	150889	6,7	38	10,2	32
Amsterdam	821752	7,1	39	5,8	2
Utrecht	334176	7,9	40	9,8	25

De gegevens uit Tabel 2 kunnen ook gebruikt worden voor een ruimtelijke weergave van de percentages ernstig gehinderden. Dit is in figuur 4 gedaan voor de gemeten ernstige hinder voor alle Nederlandse gemeenten (20).

De resultaten van de vergelijking laten zien dat het berekenen van hinder met een blootstelling-respons relatie tot andere uitkomsten leidt dan het meten van hinder met een vragenlijstonderzoek. Dit zorgt voor een dilemma. Beide methoden zijn geaccepteerd in de (internationale) onderzoeks- en beleidscontext om vast te stellen welk deel van de bevolking hinder ondervindt door blootstelling aan geluid. Toch lijken de resultaten niet met elkaar in verband te staan.

Ernstige hinder door geluid van wegverkeer (%)



GGD monitors 2006-2009, analyse door RIVM, 18-02-16

Figuur 4: Percentage ernstig gehinderden door geluid van wegverkeer per gemeente (Bron: GGD gezondheidsmonitors 2008-2010). De rode lijnen tonen het hoofdwegennet van Nederland.

Om het dilemma te doorbreken is gekeken naar wat er onder hinder verstaan wordt en hoe datgene wat in onderzoek gemeten en berekend wordt van elkaar verschilt.

Geluidhinder is een verzamelterm voor allerlei negatieve gevoelens zoals ergernis, ontevredenheid, boosheid, teleurstelling, zich teruggetrokken voelen, hulpeloosheid, neerslachtigheid, ongerustheid, verwarring, het

zich uitgeput voelen en agitatie. Blootstelling aan geluid is een voorwaarde om hinder te ondervinden, maar daarnaast zijn er andere persoons- en contextgebonden factoren die zorgen dat iemand zich gehinderd voelt. Uit onderzoek komt naar voren dat minder dan de helft van de variatie in de antwoorden van de respondenten verklaard kan worden door de blootstelling aan geluid. Dit maakt dat bij eenzelfde blootstelling aan wegverkeersgeluid de ene persoon zich hier nauwelijks van bewust is, terwijl een andere persoon ernstige hinder ervaart. De ervaringen zijn verschillend. Ze zijn echter ook beide ‘waar’ – zo worden ze immers beleefd (21).

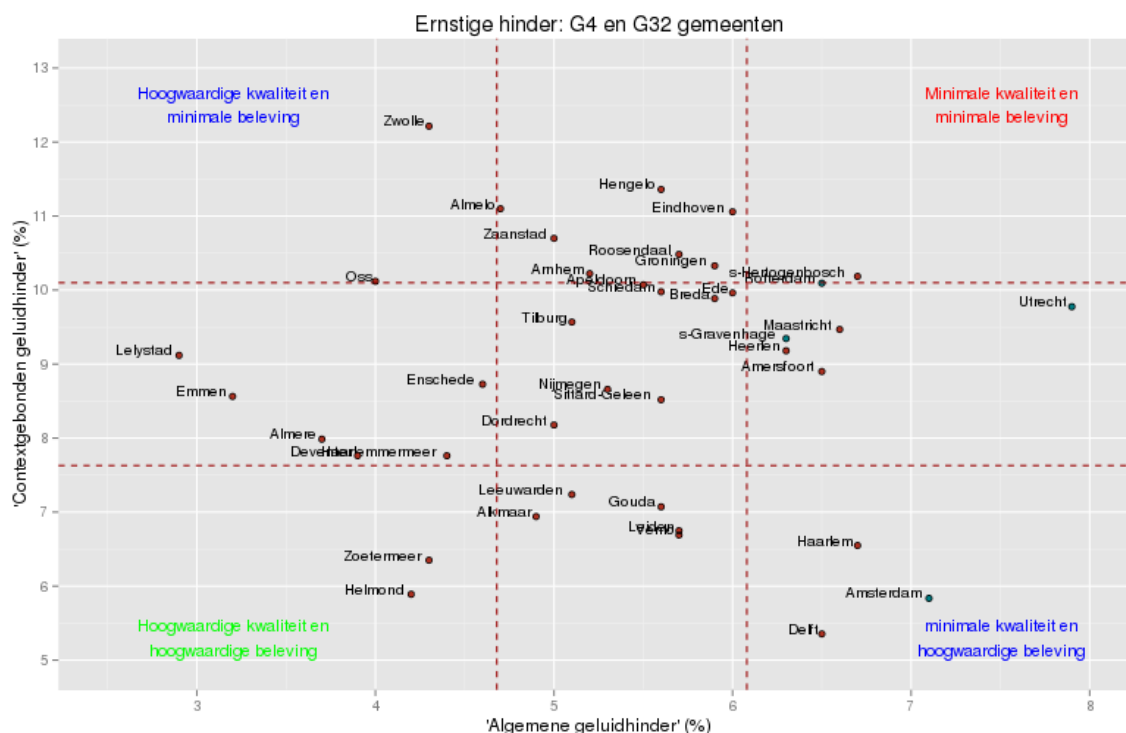
Als de geluidhinder gemeten wordt in een vragenlijstonderzoek geeft een respondent antwoord op de hindervraag vanuit zijn geluidblootstelling, persoonlijke situatie en de context waarmee hij/zij op dat moment geconfronteerd wordt. Dit zou de ‘contextgebonden geluidhinder’ genoemd kunnen worden.

De resultaten van een vragenlijstonderzoek kunnen vervolgens gekoppeld worden aan de gemodelleerde geluidblootstelling op de gevel van het adres van de respondenten. Dit leidt tot een blootstelling-respons relatie. Voor de praktische toepasbaarheid is er voor het gebruik van deze relatie meestal maar 1 variabele nodig om het percentage gehinderden te bepalen: de geluidblootstelling. Hieraan ligt de aanname ten grondslag dat bij de toepassing van de blootstelling-respons relatie in een andere regio of gebied en op een ander moment in de tijd, de ondervonden hinder volledig beschreven kan worden door de blootstelling aan geluid. Dit kan leiden tot verwarring, omdat de persoons- en contextgebonden factoren in die andere regio en/of dat moment in de tijd verschillen van de situatie in het oorspronkelijke onderzoek waar de blootstelling-respons relatie op gebaseerd is. De blootstelling-respons relatie beschrijft alleen een deelaspect van de totale hinder ten gevolge van de blootstelling aan geluid op de gevel van het woonadres. Dit zou de ‘algemene geluidhinder’ genoemd kunnen worden.

Het voordeel van het gebruik van de ‘algemene geluidhinder’ is dat de berekeningen herhaald kunnen worden en dezelfde uitkomst geven; een relevant gegeven voor het opstellen en toetsen van beleid. Daarnaast kan de impact op het welbevinden van verschillende (toekomst)scenario’s worden doorgerekend en vergeleken. Het nadeel van het gebruik van de ‘algemene geluidhinder’ is de grote lokale variatie die niet in de indicator tot uitdrukking komt omdat één aspect van de totale ‘contextgebonden geluidhinder’ in kaart wordt gebracht.

In figuur 5 zijn de ‘contextgebonden geluidhinder’ en de ‘algemene geluidhinder’ door wegverkeersgeluid samengebracht in 1 afbeelding voor de G4 en G32 gemeenten. Op de horizontale as staat de met een blootstelling-respons relatie berekende geluidhinder en op de verticale as de met de GGD monitor vastgestelde gemeten geluidhinder. De stippellijnen geven de 25 en 75 percentielwaarden van de getoonde gemeenten weer. In het ideale geval is zowel de ‘contextgebonden geluidhinder’ als de ‘algemene geluidhinder’ in een gemeente laag te noemen. Dit is het geval voor de gemeenten in het vlak linksonder. Daartegenover staan de gemeenten in het vlak rechtsboven; zowel de

'algemene geluidhinder' als de 'contextgebonden hinder' door het wegverkeer laten te wensen over. Interessant wordt het bij de gemeenten in de vlakken linksboven en rechtsonder. Bij de gemeenten linksboven is de 'algemene geluidhinder' goed te noemen maar wordt dat niet zo beleefd door de inwoners van de gemeente.



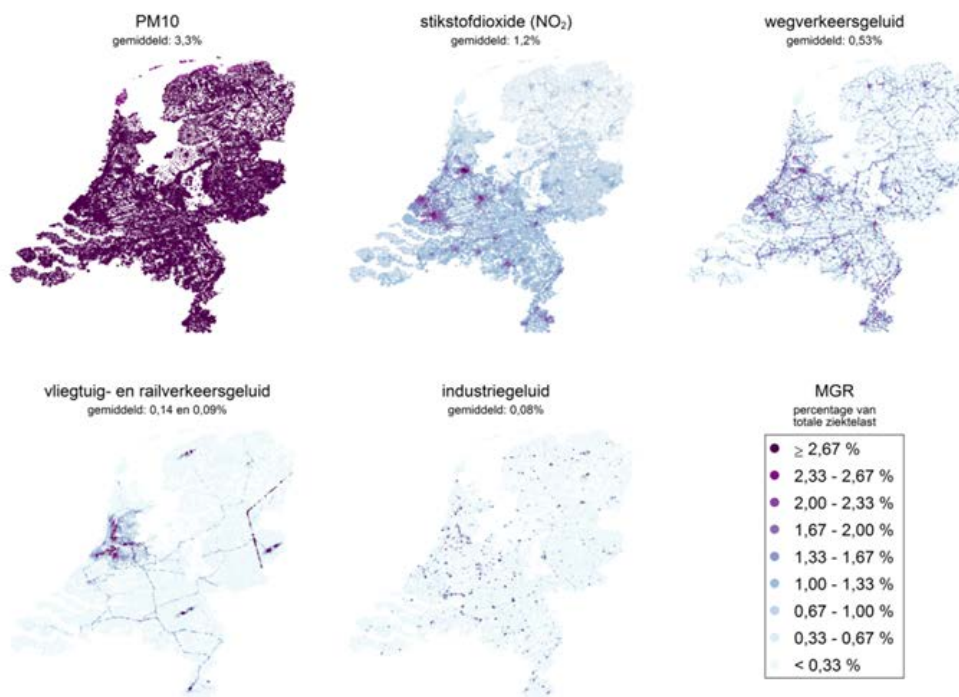
Figuur 5: Twee-dimensionale weergave van het gemeten en berekende aantal ernstig gehinderden door wegverkeer voor de G4 en G32 gemeenten

In de gemeenten rechtsonder valt het een en ander te verbeteren aan de geluidkwaliteit, maar de bewoners vinden dat blijkbaar minder noodzakelijk want de 'contextgebonden geluidhinder' komt overeen met gemeenten met een veel betere geluidkwaliteit. Een nadere vergelijking tussen de gemeenten die zich linksboven en rechtsonder in figuur 5 bevinden op het gebied van de stedelijke infrastructuur en/of andere kenmerken van de inrichting van de stad zou mogelijk inzichten kunnen verschaffen die kunnen helpen bij het terugdringen van geluidhinder door wegverkeer naast de nu bekende maatregelen. Figuur 5 is de uitkomst van een eerste verkennende analyse en de plek van de verschillende gemeenten in de figuur kan dan ook schuiven als verdiepende analyses op dit gebied verricht worden.

4.2 Milieu Gezondheids Risico indicator (MGR)

Het RIVM ontwikkelt de MGR (Milieu-GezondheidsRisico indicator) als hulpmiddel bij lokale beleidsafwegingen. Met de MGR is het mogelijk de milieukwaliteit vanuit een gezondheidskundig perspectief op laag aggregatieniveau weer te geven (22). Ook kan de MGR gemiddeld (of opgeteld) worden over een populatie, zoals bijvoorbeeld in een gemeente. De MGR is gebaseerd op de methodiek van de DALY (Disability Adjusted Life Years) en drukt het risico op omgeving-gerelateerde ziektelast uit als percentage van de totaal te verwachten

ziektelast. De MGR is daarmee een relatieve indicator en niet normatief. Naast de DALY's bouwt de MGR indicator voort op de ervaringen met de Gezondheids Effect Screening (GES), een instrument dat door GGD'en voor gemeenten bij ruimtelijke afwegingen wordt gebruikt. De MGR drukt de gezondheidseffecten van omgevingsgeluid (weg, rail, vliegtuig en gereguleerde industrieterreinen) en luchtverontreiniging (PM10, stikstofdioxide) in één maat uit. Samen dragen deze 'klassieke' milieufactoren voor ca. 90% aan de milieu-gerelateerde ziektebelasting in Nederland bij. In figuur 6 zijn de effecten van deze omgevingsfactoren over Nederland 'verdeeld', gerelateerd aan hun milieukwaliteit op het woonadres.

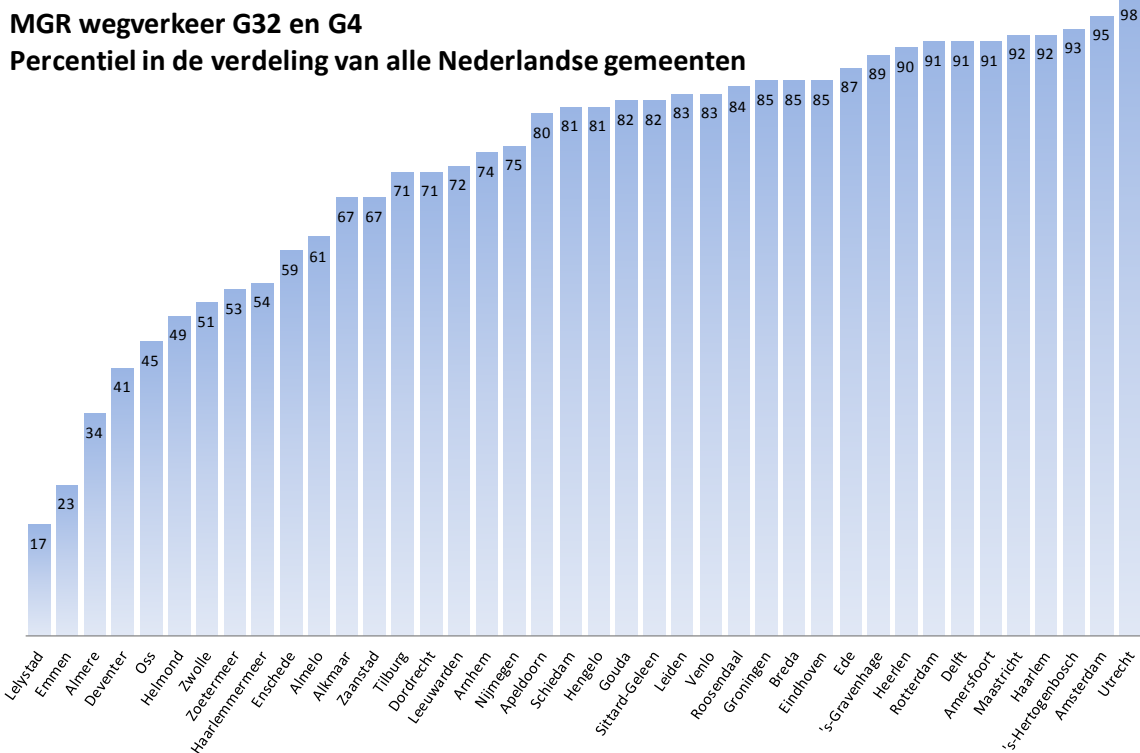


Figuur 6: Effect van afzonderlijke milieufactoren in dezelfde eenheid (als % van de totale ziektebelasting)

De effecten van geluid die in de MGR zijn opgenomen zijn slaapverstoring en (vroegtijdige sterfte door) hart- en vaatandoeningen; voor vliegtuiggeluid is aanvullend cognitieve (leesprestaties bij kinderen) opgenomen. Deze uiteenlopende effecten zijn gewogen naar ernst en duur volgens de methodiek voor ziektebelastingberekeningen. Omdat de effecten in dezelfde schaal kunnen worden uitgedrukt, is het ook mogelijk de gezondheidseffecten van verschillende bronnen (of van verschillende milieufactoren) op hetzelfde woonadres op te tellen (cumulatie van blootstelling). Daarnaast kan de informatie worden vertaald naar bijvoorbeeld de verdeling over de bevolking van een gebied (gemeente, provincie of land) door gebruik te maken van de woningbezetting in de betreffende administratieve eenheid.

De MGR is een voorbeeld van een indicator die de invloed van (verschillende) milieufactoren op het totale welbevinden probeert samen te vatten. Meer informatie over de MGR en verschillende

rekenvoorbeelden zijn te vinden in Bijlage A. In figuur 7 is een deel-MGR uitgerekend als de afzonderlijke bijdrage van wegverkeersgeluid aan de totale ziektelast in de G4 en G32 gemeenten. Het gaat hier in feite om een 'uitgeklede' versie van de MGR waarin de bijdrage van alle milieufactoren behalve wegverkeersgeluid is weggelaten in de berekening. De bijdrage van de deel-MGR voor wegverkeer aan de totale ziektelast in de onderzochte gemeenten varieert van 0,34% tot 0,80%. Omdat deze getallen zich door hun grootte moeilijk laten vergelijken is in figuur 7 de plaats van de gemeenten weergegeven als hun percentielwaarde in de totale verdeling van alle Nederlandse gemeenten. Een percentiel van bijvoorbeeld 75 (Nijmegen) geeft aan dat in 75% van de Nederlandse gemeenten de bijdrage van wegverkeersgeluid aan de totale ziektelast lager is dan in Nijmegen.



Figuur 7: MGR van de G32 en G4 gemeenten voor de bijdrage van wegverkeer. Percentielwaarde in de verdeling van alle Nederlandse gemeenten.

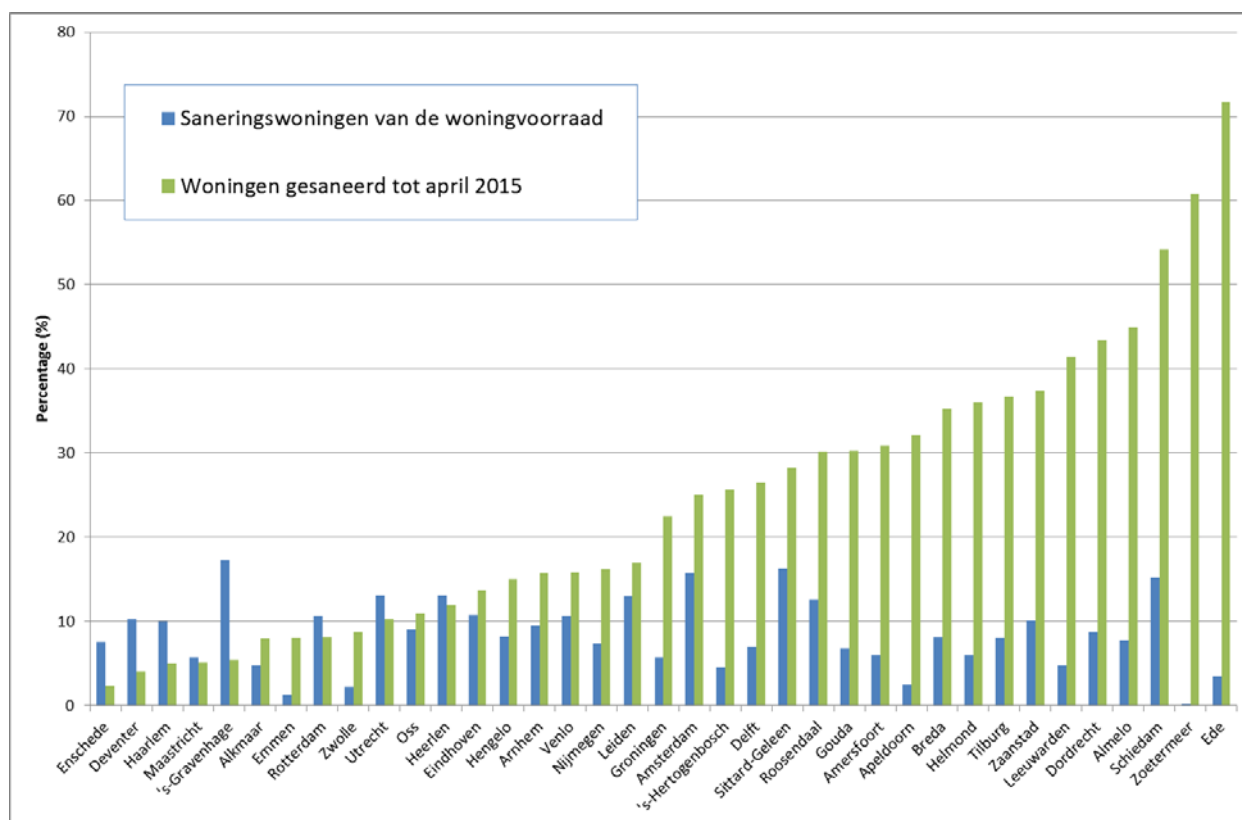
5 Indicatoren op basis van saneringsbeleid

De voorgaande paragrafen beschreven indicatoren die de toestand van de geluidblootstelling of het effect van geluid op de gezondheid van de mens weergaven. We hebben gezocht naar mogelijkheden om ook de respons van onze samenleving (in de vorm van beleidsmaatregelen) op de blootstelling aan verkeersgeluid in een indicator weer te geven. Het Bureau Sanering Verkeerslawaaï (BSV) voert namens het Ministerie van Infrastructuur en Milieu de geluidssanering van gemeentelijke en provinciale infrastructuur uit. In het kader daarvan onderhoudt het BSV een databestand met daarin onder andere de aantallen woningen per gemeente die zijn aangewezen voor sanering en de aantallen gesaneerde woningen. Deze gegevens zijn in het kader van een Beleidsdoorlichting geluid opgevraagd en bewerkt door het RIVM. Voor de nu volgende analyses wordt gebruikt gemaakt van het op het RIVM aanwezige gegevensbestand met peildatum april 2015 (23).

Onder de saneringsvoorraad wordt verstaan alle woningen van voor 1986, die tot 2009 zijn aangemeld onder de saneringsregeling. In figuur 8 is het percentage aangewezen saneringswoningen ten opzichte van de totale woningvoorraad in 1985 (uit: CBS Statline) uitgerekend voor de gemeenten van de G4 en de G32. Bij een hoger percentage is de verwachting dat de geluidproblematiek door wegverkeer in de gemeente groter is, het aantal geluidgehinderden groter is en het thema hoger op de gemeentelijke politieke agenda zal staan. Dit is onderzocht door na te gaan of gemeenten met procentueel meer aangewezen saneringswoningen ook meer actie hebben ondernomen om de saneringen uit te voeren. Daartoe toont figuur 8 ook het percentage van de saneringswoningen dat per april 2015 ook daadwerkelijk gesaneerd is. Door de rangvolgorde van de gemeenten te vergelijken ontstaat een indruk of een procentueel grote saneringsvoorraad ook leidt tot meer saneringen in de gemeenten. De correlatiecoëfficiënt bedraagt $-0,11$ ($p=0,52$). Dit geeft aan dat er geen significant verband is tussen de procentuele saneringsvoorraad in een gemeente en de politieke druk om de saneringen ook daadwerkelijk uit te voeren.

De saneringsvoorraad en het percentage gesaneerde woningen per gemeente zijn ook vergeleken met de andere in dit briefrapport beschreven indicatoren. Geen enkele indicator is significant ($p<0,05$) positief of negatief gecorreleerd met de saneringsindicatoren.

Bovenstaande is een eerste vingeroefening om een indicator te realiseren voor uitgevoerde beleidsmaatregelen. De gepresenteerde uitkomsten kunnen niet zonder meer gebruikt worden. Er kunnen allerlei redenen zijn waarom een gemeente wel of niet gekozen heeft voor het uitvoeren van geluidsaneringen. Ook was het niet mogelijk om rekening te houden met de 'zwaarte' van de sanering (gevel, bron, scherm, formele sanering) en vallen saneringen ten gevolge van rijkswegen volledig buiten de scope van het BSV bestand.



Figuur 8: Vergelijking van het percentage bij BSV geregistreerde woningen dat in aanmerking komt voor geluidsanering ten opzichte van de woningvoorraad in 1985, en het percentage daadwerkelijke gesaneerde woningen in G4 en G32 gemeenten (gegevens aangevraagd BSV april 2015)

6 Discussie

Langdurige blootstelling aan omgevingsgeluid kan leiden tot diverse gezondheids- en welzijnseffecten. Om deze effecten tegen te gaan is één van de doelstellingen van het geluidbeleid om geluidhinder te voorkomen en te beperken. Met de overgang naar de nieuwe Omgevingswet vinden er verschuivingen plaats van de beleidsverantwoordelijkheden van de nationale naar de decentrale overheden. Daarnaast vindt er verbreding van het beleidsterrein plaats door – naast hinder – het thema gezondheid een plaats te geven in de Omgevingswet. Over de invulling van dit thema bestaat op het moment van schrijven nog onduidelijkheid. Voor goed beleid is het noodzakelijk dat inzicht wordt verkregen in de omvang van een milieuprobleem en dat het mogelijk is om de voortgang en de effectiviteit van beleidsinterventies te monitoren. Om hier een aanzet toe te geven is in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu gezocht naar mogelijkheden om de gezondheids- en welzijnseffecten van wegverkeersgeluid inzichtelijk te maken voor gemeenten. Wanneer deze informatie wordt samengebracht in een stedenindex of benchmark ontstaat een instrument waarmee kan worden gevolgd in hoeverre gemeenten verschillen in de mate waarin gezondheids- en/of welzijnseffecten optreden, en of dit aan verandering onderhevig is. Dit inzicht kan worden gebruikt bij het maken van afwegingen binnen en/of tussen gemeenten over de noodzaak en wenselijkheid om het geluidbeleid verder aan te scherpen. De focus ligt op wegverkeersgeluid, maar de beschreven inzichten kunnen ook worden toegepast op andere geluidbronnen of leefomgevingsfactoren.

Het overzicht van indicatoren in deze notitie is niet uitputtend, maar toont mogelijkheden die inzicht kunnen geven in het traject van blootstelling van de bevolking aan wegverkeersgeluid, naar het optreden van effecten op het welbevinden en de gezondheid, tot het monitoren van beleidsmaatregelen. De verschillende indicatoren meten mogelijk verschillende dingen, waardoor de keuze voor een indicator voor het creëren van een stedenindex (mede) afhankelijk moet zijn van het onderliggende beleidsdoel. De onderzochte alternatieven hebben elk een aantal voor- en nadelen die tegen elkaar afgewogen moeten worden voordat een definitieve keuze gemaakt kan worden. Ook een combinatie van indicatoren kan in beschouwing worden genomen. In tabel 3 zijn een aantal aspecten opgenomen waarop de indicatoren vergeleken zijn.

Tabel 3: Positieve en negatieve aspecten van de beschreven indicatoren voor het ontwikkelen van een stedenindex voor wegverkeersgeluid

	% blootgesteld decibel	% ernstig gehinderd (BR relatie)	% ernstig gehinderd (GGD monitor)	deel-MGR	% woningen gesaneerd
Recente gegevens beschikbaar	+/-	+/-	+	+	++
Landsdekkend	++	++	+	++	++
Relatie met gezondheid en/of welbevinden	+/-	+	++	++	-
Specifiek voor wegverkeer	++	++	++	++	++
Nauwkeurig op lokaal niveau	+/-	-	++	+	++
Monitoring in de tijd	++	++	++	++	++
Koppeling aan beleidsmaatregelen	++	+/-	+	+	++
Kosten laag	++	++	+/-	++	++

Percentage van de bevolking blootgesteld aan wegverkeersgeluid

Een aantal Nederlandse gemeenten en regio's heeft een Europese verplichting om met regelmaat geluidkaarten voor wegverkeer beschikbaar te stellen en de blootstelling van de bevolking te rapporteren. Uitbreiding naar alle Nederlandse gemeenten sluit daarom aan bij bestaand beleid en geeft de mogelijkheid om de blootstelling van de bevolking aan wegverkeersgeluid te volgen in de tijd. Het percentage van de bevolking dat wordt blootgesteld aan een bepaald niveau van geluid geeft geen direct inzicht in de effecten op de gezondheid en het welbevinden, maar de gebruikte afkapwaarde(n) voor het vaststellen van de indicator vormen wel een link wanneer gekozen wordt voor erkende advieswaarden waarboven gezondheidseffecten aangetoond zijn. De nauwkeurigheid van het berekende percentage van de bevolking dat wordt blootgesteld is afhankelijk van het onderliggende geluidmodel en de parameters die daarin opgenomen zijn. Koppeling aan en het monitoren van het effect van beleidsmaatregelen is mogelijk wanneer het effect van de maatregelen tot uitdrukking komt in de parameters van het onderliggende geluidmodel. Wanneer de indicator gebaseerd wordt op bestaande – periodiek – beschikbaar gestelde landelijke geluidkaarten zoals worden aangeboden door het RIVM en andere partijen is deze indicator tegen lage kosten te realiseren. De indicator is eventueel uit te breiden door toevoeging van andere geluidbronnen waardoor een integrale afweging van de totale geluidproblematiek tussen gemeenten mogelijk wordt.

De gepresenteerde indicator is gebaseerd op de Nederlandse geluidkaart uit 2008. Deze informatie was direct beschikbaar voor het berekenen van het percentage blootgestelden aan geluid. Wanneer toepassing van deze indicator wordt overwogen is het wenselijk om gebruik te maken van recentere gegevens over de geluidblootstelling in alle Nederlandse gemeenten. De laatste landelijke update dateert uit 2011. Er is vooralsnog niet voorzien in een nieuwe versie van deze geluidkaart.

Percentage ernstig gehinderd door wegverkeersgeluid berekend met een blootstelling-respons relatie

Deze indicator hangt nauw samen met de hiervoor beschreven indicator omdat de inputgegevens voor de berekening dezelfde zijn. Vanuit de gemodelleerde geluidblootstelling op het woonadres van de bevolking wordt het percentage ernstig gehinderden geschat met een blootstelling-respons relatie. De voordelen van deze methode zijn de reproduceerbaarheid door het gebruik van een internationaal geaccepteerde blootstelling-respons relatie en het periodiek beschikbaar komen van geluidkaarten voor heel Nederland waardoor de kosten voor het berekenen van de indicator relatief laag zijn. Daarnaast geeft de indicator voor de gebruiker een directe associatie met het welbevinden van de bevolking in een gemeente.

Bij gebruik van deze indicator dient men zich te realiseren dat geen rekening wordt gehouden met lokale omstandigheden. Blootstelling aan geluid is weliswaar een noodzakelijke voorwaarde voor het ondervinden van hinder, maar andere persoons- en contextafhankelijke factoren spelen een belangrijke rol. Wanneer bijvoorbeeld grote infrastructurele projecten gepland zijn of als de gemeente juist heel actief de bewoners ondersteunt bij het nemen van geluidreducerende maatregelen kan dit de ondervonden hinder beïnvloeden, onafhankelijk van het geluidniveau waaraan mensen blootstaan. De indicator zegt daardoor meer over de onderliggende geluidblootstelling door wegverkeer dan de reële hinder die de bevolking ondervindt in een gemeente. Wanneer afname van de blootstelling aan geluid het doel is van beleidsinzet dan is dit een geschikte indicator om te monitoren. Voor het sturen op een afname van de ondervonden geluidhinder is deze indicator minder geschikt omdat er geen 1 op 1 relatie is tussen de werkelijk ondervonden hinder en het onderliggende geluidmodel. Het regionale kantoor voor Europa van de WHO is bezig met een update van WHO richtlijnen voor omgevingsgeluid uit 1999 (15, 24). Dit kan betekenen dat de blootstelling-respons relaties voor wegverkeersgeluid worden aangepast aan nieuwe inzichten, met wijzigingen in deze indicator tot gevolg. De aangepaste richtlijnen worden in de loop van 2016 verwacht.

Percentage ernstig gehinderd vastgesteld met een vragenlijstonderzoek

Deze indicator is afgeleid uit de GGD volksgezondheidsmonitor onder volwassenen. De cijfers over de gemeten hinder zijn afkomstig uit gezondheidsenquêtes die werden uitgevoerd in verschillende gebieden, seizoenen en jaren in de periode 2008-2010. Ook verschillende steekproefmethoden en vragen werden gebruikt. We zijn niet in staat te bepalen of een van deze kenmerken de verschillen tussen de G4 of G32 zou kunnen verklaren. Verdere harmonisatie van de vragenlijsten en de methoden voor het verzamelen van gegevens zijn in volle gang en zal de vergelijkbaarheid van de gegevens in de toekomst verbeteren (25,

26). In 2012 is het onderzoek herhaald, maar toen is de hindervraag niet landsdekkend in het onderzoek opgenomen. In de monitor van 2016 zal de vraag over hinder door geluid van wegverkeer door alle GGD'en worden opgenomen. Nieuwe gegevens over de geluidhinder door wegverkeer worden in 2017 verwacht. Het nut van deze indicator voor het creëren van een stedenindex staat of valt met de beschikbaarheid van periodiek verzamelde informatie in een lopend onderzoek dat de hinder op gemeenteniveau kan meten. De kosten van apart onderzoek zijn hoog. Het vaststellen van de geluidhinder met vragenlijstonderzoek heeft als voordeel dat de hinder een reële afspiegeling is van het welbevinden van de bevolking omdat, naast geluid, persoons en context gebonden factoren meegewogen worden in de analyse. Beleidsmaatregelen gericht op het verminderen van de geluidhinder zijn dan ook gebaat bij de inzet van deze indicator voor het creëren van een stedenindex ten opzichte van het vaststellen van de hinder met generieke blootstelling-respons relaties.

Milieu-Gezondheid Risico indicator (MGR)

De MGR is ontwikkeld als integraal afwegingsinstrument waarin de impact van de belangrijkste milieufactoren wordt meegewogen. Voor deze notitie is een deel-MGR berekend door alleen de effecten van de blootstelling aan geluid van wegverkeer in de MGR op te nemen. Door de ranking van gemeenten weer te geven als de plaats waar de gemeente zich bevindt in de totale verdeling van Nederlandse gemeenten ontstaat een indicator die als stedenindex kan worden gebruikt. De indicator geeft geen informatie over de absolute omvang van de ziektelast door blootstelling aan wegverkeersgeluid, maar geeft relatief weer in welke gemeenten de ziektelast groter is dan in anderen.

Aan de basis van de analyse ligt een geluidmodel waarmee de blootstelling van de bevolking op adresniveau wordt vastgesteld. Net als voor de geluidblootstelling- en hinderindicator geldt dat de nauwkeurigheid van de MGR schattingen afhangen van de kwaliteit en de invoergegevens van het geluidmodel. De mate waarin de MGR indicator kan worden gebruikt voor het monitoren van beleidsmaatregelen in de tijd hangt af van de frequentie waarmee de gebruikte geluidkaart voor wegverkeer wordt bijgewerkt. De in deze notitie gebruikte geluidkaart dateert uit 2008.

De MGR bevindt zich nog in de ontwikkelfase. Er is belangstelling van gemeenten om de MGR als beleidsinstrument te gaan toepassen, mede door de nadruk die in de Omgevingswet op gezondheid wordt gelegd. Een stedenindex voor wegverkeersgeluid gebaseerd op de MGR biedt de mogelijkheid om bij deze ontwikkeling aan te sluiten.

Percentage woningen gesaneerd

Het is niet eenvoudig één indicator te vinden die de impact van beleid van Nederlandse gemeenten kan vergelijken om de blootstelling aan wegverkeersgeluid binnen de perken te houden. Daarvoor is het gemeentebestuur te divers. Het databestand van BSV biedt de mogelijkheid om de saneringsinspanningen in kaart te brengen en te vergelijken. Hierbij moet voor ogen worden gehouden dat rijkswegen buiten de indicator vallen, het alleen woningen gebouwd voor 1986 betreft, en de redenen waarom gemeenten wel of niet overgaan tot sanering onbekend zijn.

Omdat BSV de benodigde informatie centraal verzamelt in hun database en gemeenten een meldingsplicht hebben is de indicator tegen lage kosten te genereren en goed te monitoren in de tijd. De vergelijking van de voortgang van de saneringsverplichting tussen gemeenten kan BSV of andere partijen een middel bieden om met gemeenten in gesprek te komen om het tempo van de saneringen op te voeren en maatregelen voor te stellen om de sanering vorm te geven. De indicator brengt niet direct het welbevinden en/of de gezondheid van de inwoners van een gemeente in beeld, maar het uitvoeren van de saneringen leidt wel tot een verbetering van de gezondheid en het welbevinden.

Vergelijking van de indicatoren

De keuze voor een indicator om een stedenindex op te baseren is afhankelijk van het doel dat bereikt moet worden. De beschreven indicatoren leiden niet tot dezelfde ranking van de gemeenten. In Tabel 4 is de ranking van de G4 en G32 gemeenten op de indicatoren naast elkaar geplaatst. Voor de volgorde van de gemeenten op de ranking is willekeurig de indicator van het percentage blootgesteld aan wegverkeersgeluid > 60 decibel gebruikt. Van de gemeenten Lelystad, Almere en Haarlemmermeer zijn geen gegevens beschikbaar voor de saneringsindicator omdat deze gemeenten geen onderdeel uitmaken van het BSV bestand.

Tabel 4 toont dat de ranking van de indicatoren voor het percentage inwoners blootgesteld aan geluid, de ernstige hinder berekend met de blootstelling-respons relatie, en de deel-MGR in grote mate overeenstemmen. De ranking van deze 3 indicatoren is onderling hoog gecorreleerd met significante correlatiecoëfficiënten groter dan 0,8. Dit is naar verwachting omdat de ranking van deze indicatoren voor een deel wordt bepaald door het onderliggende geluidmodel dat voor deze indicatoren gelijk is. Dit betekent dat deze indicatoren onderling goed uitwisselbaar zijn voor het creëren van een stedenindex. Bij de keuze voor één van deze indicatoren kunnen daardoor overwegingen over de mate waarin de blootstelling aan geluid danwel de gezondheidseffecten van geluid naar voren moeten komen een belangrijke rol spelen, zonder afbreuk te doen aan de ranking van de gemeenten.

De met de GGD monitor vastgestelde ernstige hinder en de saneringsindicator zijn niet significant gecorreleerd met de andere indicatoren met correlatiecoëfficiënten variërend van -0,27 tot 0,06. De ranking van de gemeenten op deze indicatoren verschaft daarmee nieuwe inzichten onafhankelijk van de gemodelleerde geluidblootstelling in de gemeenten.

Tabel 4: Overzichtstabel van de beschreven indicatoren voor de G4 en G32 gemeenten

Gemeente	Blootstelling >60 decibel		Ernstige hinder blootstelling-respons		Ernstige hinder GGD monitor		Deel-MGR		Woningen gesaneerd	
	%	rang	%	rang	%	rang	Percentiel	rang	%	rang
Lelystad	0,4	1	2,9	1	9,1	20	17	1		
Almere	1,4	2	3,7	3	8	13	34	3		
Zoetermeer	1,6	3	4,3	8	6,4	4	53	8	60,8	2
Oss	2,7	4	4	5	10,1	31	45	5	10,9	27
Deventer	3,3	5	3,9	4	7,8	12	41	4	4	36
Emmen	4,5	6	3,2	2	8,6	16	23	2	8	31
Almelo	4,9	7	4,7	11	11,1	38	61	11	44,9	4
Zwolle	5,7	8	4,3	7	12,2	40	51	7	8,7	29
Enschede	5,9	9	4,6	10	8,7	18	59	10	2,3	37
Arnhem	6,6	10	5,2	17	10,2	33	74	17	15,7	23
Dordrecht	6,6	11	5	14	8,2	14	71	15	43,4	5
Helmond	6,6	12	4,2	6	5,9	3	49	6	36	9
Haarlemmermeer										
r	6,8	13	4,4	9	7,8	11	54	9		
Alkmaar	7,6	14	4,9	12	6,9	8	67	13	7,9	32
Leeuwarden	7,6	15	5,1	16	7,2	10	72	16	41,4	6
Nijmegen	7,8	16	5,3	18	8,7	17	75	18	16,2	21
Apeldoorn	8,7	17	5,5	19	10,1	29	80	19	32,1	11
Gouda	8,8	18	5,6	21	7,1	9	82	23	30,3	13
Zaanstad	9,5	19	4,9	13	10,7	36	67	12	37,4	7
Schiedam	9,6	20	5,6	20	10	28	81	20	54,2	3
Tilburg	9,6	21	5	15	9,6	24	71	14	36,7	8
Breda	9,7	22	5,9	28	9,9	26	85	29	35,2	10
Hengelo	9,7	23	5,6	22	11,4	39	81	21	15	24
Roosendaal	10	24	5,7	26	10,5	35	84	26	30,2	14
Venlo	10,1	25	5,7	25	6,7	6	83	24	15,8	22

Gemeente	Blootstelling >60 decibel		Ernstige hinder blootstelling-respons		Ernstige hinder GGD monitor		Deel-MGR		Woningen gesaneerd	
	%	rang	%	rang	%	rang	Percentiel	rang	%	rang
Sittard-Geleen	10,3	26	5,6	23	8,5	15	82	22	28,2	15
Ede	10,6	27	6	30	10	27	87	30	71,7	1
Eindhoven	13	28	6	29	11,1	37	85	28	13,7	25
Leiden	13,1	29	5,7	24	6,8	7	83	25	17	20
Amersfoort	13,4	30	6,5	34	8,9	19	91	35	30,9	12
Groningen	13,6	31	5,8	27	10,3	34	85	27	22,5	19
Heerlen	14,2	32	6,3	31	9,1	21	90	32	11,9	26
's-Hertogenbosch	14,6	33	6,7	38	10,2	32	93	38	25,6	17
Delft	16	34	6,5	35	5,4	1	91	34	26,5	16
Rotterdam	16	35	6,5	33	10,1	30	91	33	8,1	30
Maastricht	18,1	36	6,6	36	9,5	23	92	36	5,1	34
's-Gravenhage	20,9	37	6,3	32	9,4	22	89	31	5,4	33
Haarlem	24,5	38	6,7	37	6,6	5	92	37	5	35
Amsterdam	24,8	39	7,1	39	5,8	2	95	39	25	18
Utrecht	25,5	40	7,9	40	9,8	25	98	40	10,3	28

Conclusies

- Er zijn meerdere mogelijkheden om een stedenindex te ontwikkelen waarmee Nederlandse gemeenten kunnen worden vergeleken op de gezondheids- en welzijnsaspecten die de blootstelling aan wegverkeersgeluid met zich meebrengt.
- Stedenindexen gebaseerd op de blootstelling aan geluid, de berekende geluidhinder of een deel-MGR voor wegverkeersgeluid leveren een vergelijkbaar inzicht voor de gemeenten, maar verschillen van de ervaren geluidhinder.
- Het ontwikkelen van een stedenindex heeft toegevoegde waarde als het een handelingsperspectief biedt voor gemeenten, de beleidsinspanningen kunnen worden gemonitord in de tijd, en beleidsinspanningen leiden tot verbetering van de ranking op de stedenindex.
- Vanuit kosten oogpunt heeft aansluiting bij bestaande initiatieven en ontwikkelingen de voorkeur.

7 Literatuur

1. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*. 2014; 383 (9925), pp. 1325-1332.
2. RIVM. Een gezonder Nederland - Kernboodschappen van de Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2014. 2014.
3. Houthuijs D, Beek A, Swart W, van Kempen E. Health implication of road, railway and aircraft noise in the European Union. Provisional results based on the 2nd round of noise mapping. RIVM Report 2014-0130. 2014.
4. Smeets E, Weterings R. Environmental indicators: Typology and overview. European Environment Agency Technical report No 25. 1999.
5. European Environment Agency. Are we moving in the right direction? Indicators on transport and the environment integration in the EU: TERM 2000. Environmental issues series No 12. 2000.
6. Hsu A, Johnson L, Lloyd A. Measuring progress: A practical guide from the developers of the Environmental Performance Index (EPI). New Haven: Yale Center for Environmental Lay & Policy. 2013.
7. Europees Parlement. Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaaï. Europees Parlement en de Raad, 2002.
8. CROW - KpVV. Dashboard duurzame en slimme mobiliteit - Gezondheid. Website (<http://kpvvdashboard-12blogspotnl/2012/06/300000-mensen-slapen-slecht-doorhtml>) Bezocht: mei 2015. 2015.
9. RIVM. Geluidbelasting per postcodegebied. http://www.rivm.nl/Onderwerpen/G/Geluidbelasting/Geluidbelasting_per_postcodegebied. 2011.
10. Gezondheidsraad. Geluid en gezondheid. Publicatie nr 1994/15. 1994.
11. Van Kempen E, Babisch W. The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: A meta-analysis. *Journal of Hypertension*. 2012; 30(6): 1075-86.
12. Héritier H, Vienneau D, Frei P, Eze I, Brink M, Probst-Hensch N, et al. The association between road traffic noise exposure, annoyance and health-related quality of life (HRQOL). *Int J Environ Res Public Health*. 2014; 11 (12): 12652-67.
13. Babisch W, van Kamp I. Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension. *Noise and Health*. 2009; 11 (44): 161-168.
14. Babisch W. Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart disease: A meta-analysis. *Noise and Health*. 2014; 16 (68): 1-9.
15. Berglund B, Lindvall T, Schuele DH. Guidelines for community noise. World Health Organization, Geneva. 1999.
16. WHO. Night noise guidelines for Europe. WHO Regional Office for Europe. 2009.

17. Miedema HM, Oudshoorn CG. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environ Health Perspect.* 2001;109(4):409-16.
18. ISO/TS 15666. Acoustics -- Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. 2003.
19. Van Gerven PW, Vos H, Van Boxtel MP, Janssen SA, Miedema HM. Annoyance from environmental noise across the lifespan. *J Acoust Soc Am.* 2009;126(1):187-94.
20. Atlas Leefomgeving. www.atlasleefomgeving.nl. RIVM/Ministerie van I&M. 2015.
21. RIVM en RIGO. Evaluatie Schipholbeleid - Schiphol beleefd door omwonenden. Uitgave van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 2005.
22. Roels J, Verweij W, van Engelen JGM, Lebrecht E, Houthuijs D, Wezenbeek JM. Gezondheid en veiligheid in de Omgevingswet. Doelen, normen en afwegingen bij de kwaliteit van de leefomgeving. RIVM rapport 2014-0138, hoofdrapport. 2014.
23. van Beek A, de Grujter D, van Kamp I, Swart W. Beleidsdoorlichting geluid. Artikel 20, Begroting IenM, De sanering van knelpunten. RIVM rapport 2015-0096. 2016.
24. WHO Regional Office for Europe. Development of WHO Environmental noise guidelines for the European Region [benaderd op: 26 januari 2016]. URL: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/activities/development-of-who-environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>. 2016.
25. van den Brink C, Viet AL, Boshuizen HC, van Ameijden EJC, Droomers M. Methodologie Lokale en Nationale Monitor Volksgezondheid. Gevolgen voor vergelijkbaarheid van gegevens. Rapport 260854009, RIVM, Bilthoven. 2005.
26. van den Brink CL. Lokale en Nationale Monitor Gezondheid. Op weg naar één bron voor lokale, regionale en landelijke cijfers. *Tijdschrift voor Geneeskunde.* 2011;83-4.
27. Miedema HM, Vos H. Noise annoyance from stationary sources: relationships with exposure metric day-evening-night level (DENL) and their confidence intervals. *J Acoust Soc Am.* 2004;116(1):334-43.
28. Janssen S, Vos H. A comparison of recent surveys to aircraft noise exposure-response relationships. TNO rapport TNO-034-DTM-2009-01799. 2009.
29. Miedema HM, Vos H. Associations between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies. *Behavioral sleep medicine.* 2007;5(1):1-20.

Bijlage A: Case studies gezondheidsindicatoren

In deze bijlage worden een aantal voorbeeldberekeningen gepresenteerd voor het vaststellen van gezondheidsindicatoren die de invloed van verschillende transport gerelateerde geluidbronnen op de gezondheid uitdrukken. Het gaat daarbij om de percentages ernstige hinder, ernstige slaapverstoring en de MGR per gemeente.

A.1 Geluidbelasting

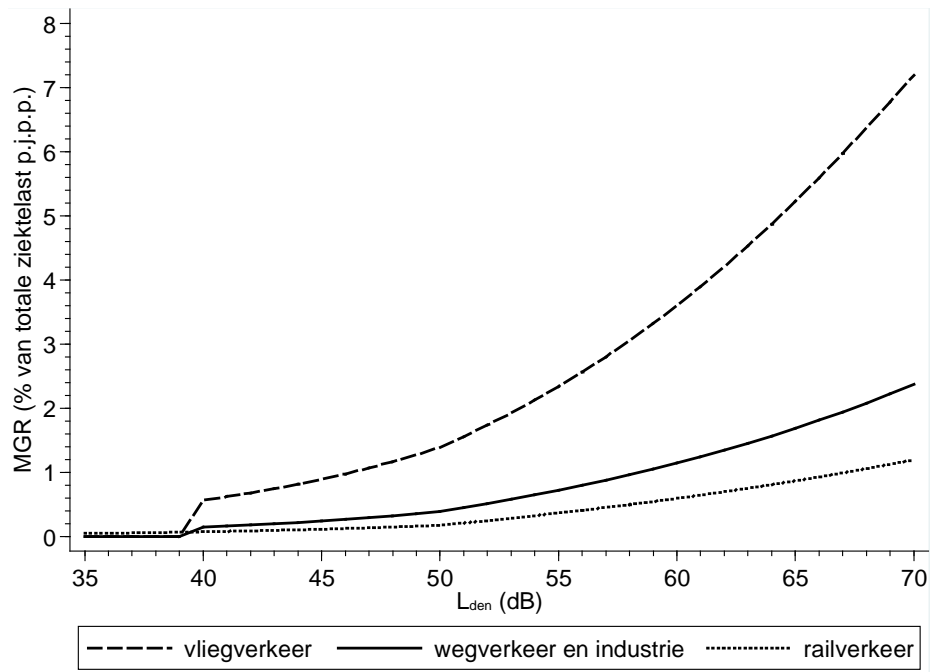
Voor deze notitie is gebruik gemaakt van geluidgegevens afkomstig van het PBL. De dataset is in 2008 samengesteld. Naar verwachting beschrijft de dataset de geluidbelasting in de periode 2002-2008, omdat niet alle input- en/of geluidbelastinggegevens uit hetzelfde jaar afkomstig zijn. Ook is de dataset niet compleet voor alle beschouwde bronnen (met name vliegverkeer en industrie) en bevat de dataset alleen de Lden. De consequenties van dit laatste is met twee gezondheidskundige advieswaarden wordt gewerkt: 50 en 65 dB Lden. De aanname is dat de Lnight in alle situaties 10 dB afwijkt van de Lden zodat de gebruikte advieswaarden corresponderen met 40 en 55 dB Lnight.

De geluidbelasting is gekoppeld aan de woonadressen uit het adressencoördinatenbestand (ACN) uit 2002.

De G4 bestaat uit Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht. De 36 gemeenten van de G32 zijn Alkmaar, Almelo, Almere, Amersfoort, Apeldoorn, Arnhem, Breda, Delft, Deventer, Dordrecht, Ede, Eindhoven, Emmen, Enschede, Gouda, Groningen, Haarlem, Haarlemmermeer, Heerlen, Helmond, Hengelo, 's-Hertogenbosch, Leeuwarden, Leiden, Lelystad, Maastricht, Nijmegen, Oss, Roosendaal, Sittard-Geleen, Schiedam, Tilburg, Venlo, Zaanstad, Zoetermeer en Zwolle. Op basis van de 4-posities-postcodes in het ACN uit 2002 zijn deze gemeenten geïdentificeerd.

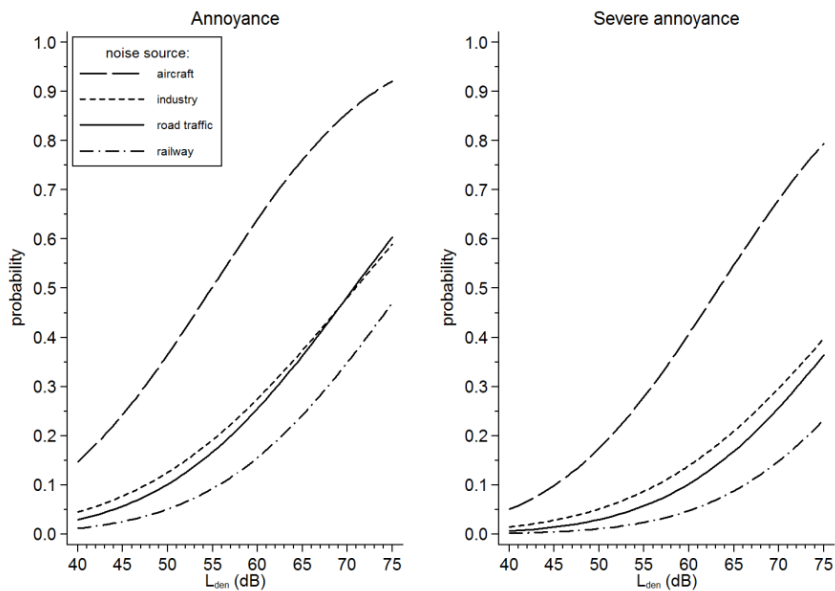
A.2 Blootstelling-responsrelaties voor geluid

In Figuur A1 worden de blootstelling-responsrelaties weergegeven tussen de geluidbelasting (in Lden) en de MGR, uitgesplitst naar geluidbron.

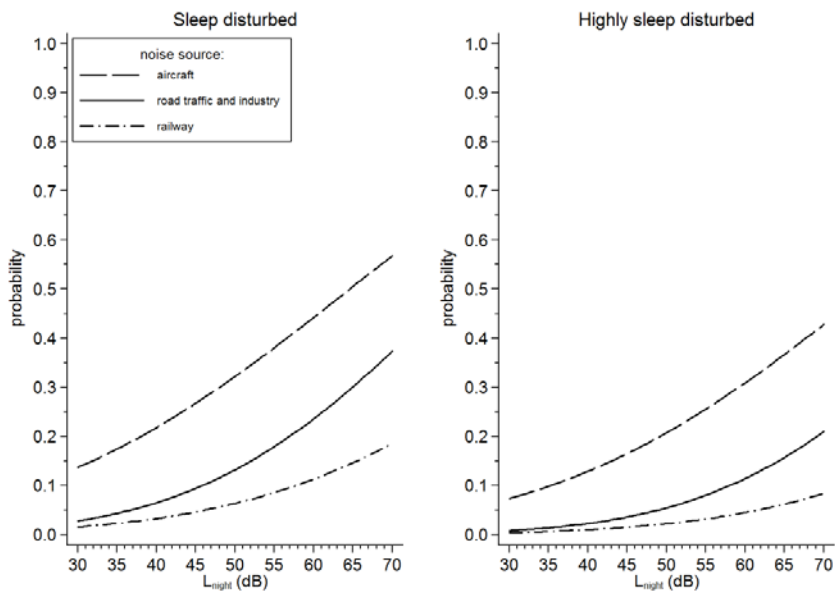


Figuur A1: MGR uitgesplitst naar geluidbron

In Figuur A2 zijn de relaties voor (ernstige) hinder beschreven. In Figuur A3 voor (ernstige) slaapverstoring. Voor slaapverstoring in relatie tot nachtelijk geluid van industrie is geen blootstelling-responsrelatie beschikbaar. Daar de blootstelling-responsrelaties voor hinder voor geluid afkomstig van wegverkeer en dat van industrie redelijk goed met elkaar overeen komen, is voor slaapverstoring de blootstelling-responsrelatie voor wegverkeersgeluid ook toegepast op industriegeluid. Voor ernstige hinder is aangehouden dat het percentage ernstige hinder onder 40 dB L_{den} 0 bedraagt, uitgezonderd voor geluid van vliegverkeer (onder 35 dB L_{den}). Voor ernstige slaapverstoring is 30 dB L_{night} als afkapwaarde gebruikt.



Figuur A2: Bron specifieke blootstelling-respons relaties voor geluid (L_{den}) en (ernstige) hinder (Bron: (17, 27, 28))



Figuur A3: bron specifiek blootstelling-respons relaties voor nachtelijk geluid (L_{night}) en (ernstige) slaapverstoring (bron: (28, 29))

A3 Resultaten

In Tabel A1 is voor de gemeenten uit de G4 en de G32 de MGR, ernstige hinder, ernstige slaapverstoring, de populatie op hun woonadres blootgesteld aan >50 (of 65) dB L_{den} door geluid afkomstig van wegverkeer weergegeven. De gemeenten zijn gerangschikt op volgorde van de MGR. De rangvolgorde van de overige indicatoren is eveneens in Tabel A1 opgenomen. In de gemeenten uit de G4 en de G32 wonen ca. 6,4 miljoen mensen.

Tabel A1 MGR, berekende ernstige hinder en berekende ernstige slaapverstoring (%) en rangvolgorde van G4 en G32 gemeenten voor geluid van wegverkeer

Gemeente	MGR		Ernstige hinder		Ernstige slaapverstoring		Populatie ≥ 50 dB		Populatie ≥ 65 dB	
	%	rangvolgorde	%	rangvolgorde	%	rangvolgorde	% L _{den}	rangvolgorde	% L _{den}	rangvolgorde
Lelystad	0,34	1	2,9	1	1	1	40,2	2	0	1
Emmen	0,36	2	3,2	2	1,2	2	37,4	1	0,8	9
Almere	0,42	3	3,7	3	1,4	3	52,9	4	0,1	3
Deventer	0,44	4	3,9	4	1,6	4	53,6	7	0,4	6
Oss	0,45	5	4	5	1,7	6	53,4	5	0,1	4
Helmond	0,46	6	4,2	6	1,7	5	49,3	3	1,5	20
Zwolle	0,47	7	4,3	7	1,7	7	53,4	6	0,9	14
Zoetermeer	0,48	8	4,3	8	1,8	9	61	10	0	2
Haarlemmermeer	0,48	9	4,4	9	1,8	8	57,9	9	1,7	23
Enschede	0,5	10	4,6	10	1,9	10	57,4	8	0,6	8
Almelo	0,51	11	4,7	11	2	11	63,7	15	0,5	7
Alkmaar	0,53	12	4,9	12	2,1	12	61,8	11	0,8	10
Zaanstad	0,53	13	4,9	13	2,1	13	62,1	12	1,9	27
Tilburg	0,54	14	5	15	2,2	15	63,6	14	1,4	19
Dordrecht	0,55	15	5	14	2,3	16	68,8	17	0,1	5
Leeuwarden	0,55	16	5,1	16	2,2	14	62,9	13	1,9	30
Arnhem	0,56	17	5,2	17	2,4	18	70,8	18	2,3	33
Nijmegen	0,56	18	5,3	18	2,3	17	67,6	16	1,5	21
Apeldoorn	0,58	19	5,5	19	2,5	20	74,9	22	1,2	18
Schiedam	0,59	20	5,6	20	2,6	23	80,5	33	0,9	13
Hengelo	0,59	21	5,6	22	2,5	21	78,3	28	0,9	12
Gouda	0,59	23	5,6	21	2,6	22	75	24	1,1	16
Sittard-Geleen	0,59	23	5,6	23	2,7	25	76,4	25	1,9	29
Leiden	0,6	24	5,7	24	2,5	19	72,9	20	2,1	32
Venlo	0,6	25	5,7	25	2,6	24	75	23	2,7	35
Roosendaal	0,61	26	5,7	26	2,7	27	79,9	32	1,7	22
Groningen	0,62	27	5,8	27	2,7	26	74,5	21	0,9	11
Breda	0,63	28	5,9	28	2,8	29	81	34	1	15

Gemeente	MGR		Ernstige hinder		Ernstige slaapverstoring		Populatie ≥ 50 dB		Populatie ≥ 65 dB	
	%	rangvolgorde	%	rangvolgorde	%	rangvolgorde	% L _{den}	rangvolgorde	% L _{den}	rangvolgorde
Eindhoven	0,63	29	6	29	2,7	28	77,8	27	1,9	31
Ede	0,64	30	6	30	2,9	31	79,7	31	1,2	17
's-Gravenhage	0,66	31	6,3	32	2,9	30	72,8	19	1,8	25
Heerlen	0,66	32	6,3	31	2,9	32	78,7	29	2,7	36
Rotterdam	0,68	33	6,5	33	3,1	34	84,2	37	2,7	37
Delft	0,68	34	6,5	35	3,1	36	84	35	1,8	26
Amersfoort	0,68	35	6,5	34	3,2	37	89,4	38	1,7	24
Maastricht	0,69	36	6,6	36	3,1	35	79,4	30	3,9	39
Haarlem	0,69	37	6,7	37	3	33	77,6	26	2,6	34
's-Hertogenbosch	0,7	38	6,7	38	3,4	39	94,1	39	1,9	28
Amsterdam	0,73	39	7,1	39	3,3	38	84,1	36	4,7	40
Utrecht	0,8	40	7,9	40	3,9	40	96	40	3,1	38

In Tabel A2 is onderzocht in welke mate de rangvolgorde van gemeenten of provincie met elkaar overeenkomen wanneer een andere indicator voor de stedenindex wordt gebruikt. Hiertoe is voor de gemeenten de onderlinge (Spearman) rangcorrelatie weergegeven tussen de MGR voor geluid, het berekende percentage ernstige hinder, het berekende percentage ernstige slaapverstoring en de indicatoren gebaseerd op de geluidbelasting. De samenhang is perfect (één op één) wanneer de rangcorrelatie 1 bedraagt. Wanneer de rangcorrelatie 0 is, betekent dit dat er geen enkele samenhang tussen twee indicatoren is.

Tabel A2 Paarsgewijze Spearmans rangcorrelatie tussen MGR voor geluid, berekende ernstige hinder en berekende ernstige slaapverstoring (%) en de geluidbelasting voor geluid afkomstig van vier afzonderlijke bronnen voor de G4 en G32

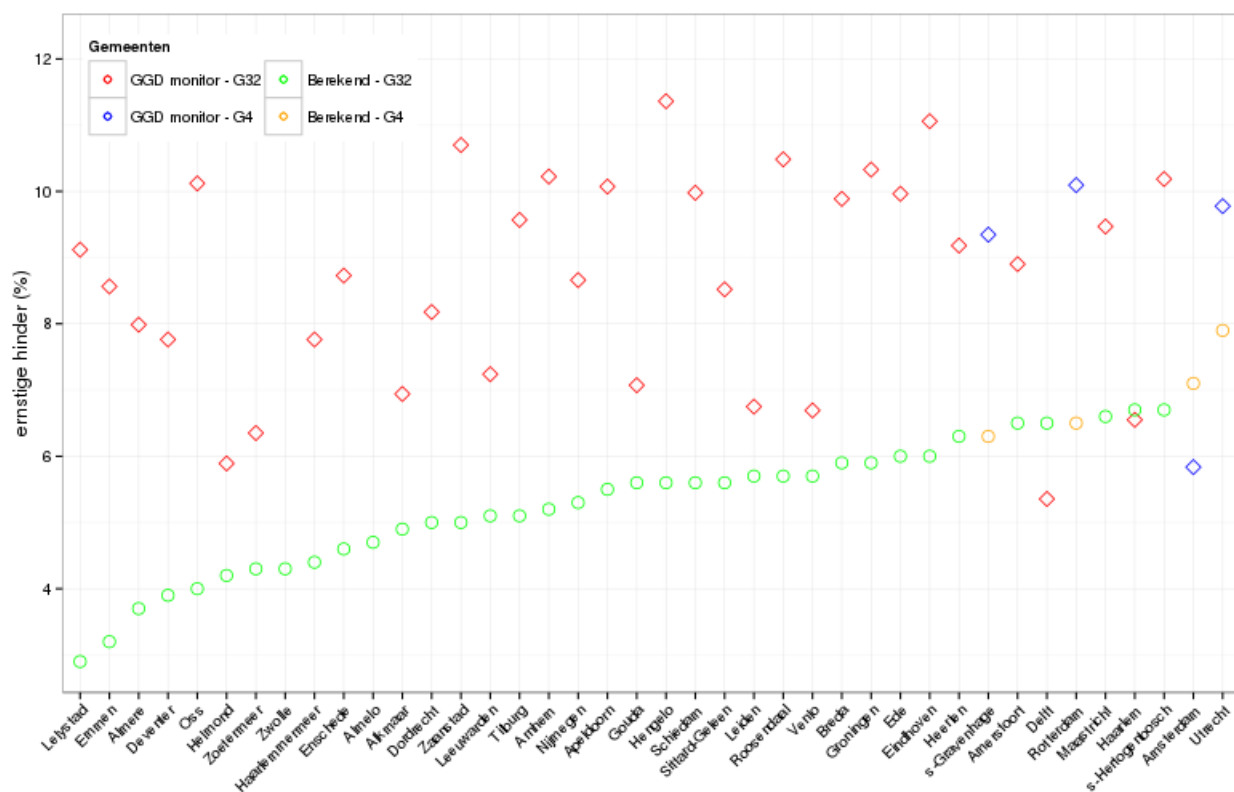
Geluidbron	Rangcorrelatie			
	MGR voor geluid	Ernstige hinder	Ernstige slaapverstoring	Populatie ≥ 50 dB L_{den}
<i>Wegverkeer</i>				
Ernstige hinder	1,00			
Ernstige slaapverstoring	1,00	0,99		
Populatie ≥ 50 dB L_{den}	0,93	0,92	0,93	
Populatie ≥ 65 dB L_{den}	0,75	0,75	0,73	0,61

Uit de Tabel A2 blijkt dat de rangcorrelatie tussen de indicatoren in zijn algemeenheid hoog is. Voor wegverkeer is de onderlinge samenhang tenminste 0,92, uitgezonderd voor de populatie blootgesteld aan geluidniveaus van 65 dB L_{den} en hoger (correlatie met andere indicatoren varieert tussen 0,61 en 0,75).

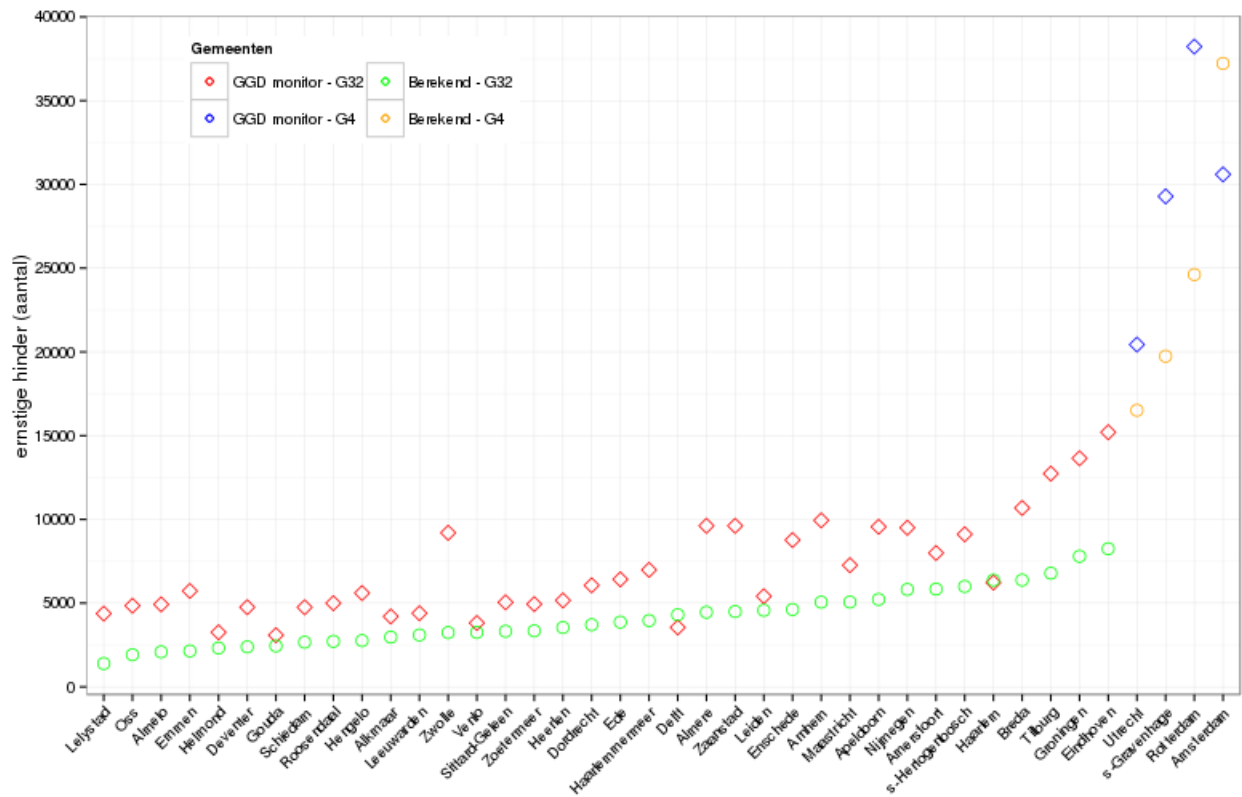
Voor railverkeer zijn de onderlinge correlaties in zijn algemeen beter dan die voor wegverkeer. Ook hier worden de laagste correlaties gevonden met de geluidbelastingsindicator 'Populatie ≥ 65 dB'.

Voor industrie- en vliegtuiggeluid is het beeld nog steeds gunstig, ondanks dat de correlaties wat lager uitvallen dan voor weg- en railverkeersgeluid. De geluidbelastingindicator 'Populatie ≥ 65 dB' voor vliegtuiggeluid heeft de laagste correlatie (0,44-0,59) met de overige indicatoren voor vliegtuiggeluid.

Bijlage B: Ernstige hinder door wegverkeer – vergelijking indicatoren



Figuur B1: Vergelijking van het gemeten (GGD monitor) en berekende (blootstelling-respons relatie) percentages ernstig gehinderden door wegverkeer voor de G4 en G32 gemeenten



Figuur B2: Vergelijking van het gemeten (GGD monitor) en berekende (blootstelling-respons relatie) aantal ernstig gehinderden door wegverkeer voor de G4 en G32 gemeenten



RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag