

## PERSBERICHT

Lansingerland, 16 november 2010

**Rapport GGD Rotterdam-Rijnmond: Geluidmetingen HSL in Lansingerland, een gezondheidskundige vertaalslag:**

### **Huidige gezondheidssituatie inwoners Lansingerland goed**

De kwaliteit van de gezondheid van de inwoners van Lansingerland die in de buurt van het HSL-tracé wonen, varieert van zeer goed tot vrij matig. Voor mensen die wat verder van de HSL afwonen is de milieugezondheidskwaliteit zeer goed. Deze conclusie uit het rapport 'Geluidmetingen HSL in Lansingerland, een gezondheidskundige vertaalslag', van de GGD Rotterdam-Rijnmond is gebaseerd op metingen die gehouden zijn voordat de minister van Verkeer en Waterstaat geluidsreducerende maatregelen aan de HSL heeft genomen.

Het onderzoek naar de kwaliteit van de gezondheid in relatie tot de HSL is uitgevoerd in opdracht van de gemeente Lansingerland. Het rapport wordt op 23 november 2010 aan de gemeenteraad gepresenteerd. De GGD Rotterdam-Rijnmond heeft onderzoek gedaan naar overlast, slaapverstoring, communicatieverstoring en niet-akoestische factoren, tezamen de milieugezondheidskwaliteit.

#### **College houdt minister aan afspraken**

Op basis van de metingen van DCMR concludeert de GGD dat in de huidige situatie de milieugezondheidskwaliteit vergelijkbaar is met de situatie van het Tracébesluit. Er zijn in het rapport huidige en toekomstige scenario's beschreven. De verschillende scenario's kennen verschillende uitkomsten. Onzeker is welk scenario werkelijkheid zal worden. Het college van de gemeente Lansingerland zal in geval van overschrijding van de 57dbA de minister van Infrastructuur en Milieu houden aan haar toezegging dat zij maatregelen zal nemen. Dit heeft haar rechtsvoorganger, minister Eurlings van Verkeer en Waterstaat, toegezegd aan het college in zijn brief van 4 juni 2010.

**Geluidmetingen HSL in Lansingerland**  
*Een gezondheidkundige vertaalslag*



# Samenvatting

In opdracht van de gemeente Lansingerland heeft de GGD Rotterdam-Rijnmond een gezondheidskundige vertaalslag gemaakt van de geluidmetingen die de door de DCMR zijn uitgevoerd. Doel hiervan is om meer inzicht te krijgen in de verwachte gezondheidseffecten als gevolg van de geluidbelasting veroorzaakt door de HSL.

Omdat de precieze invloed van de eigenschappen van het geluid, zoals piekbelasting en stijgsnelheden, van de HSL op de gezondheidseffecten nog onvoldoende bekend is, is voor het berekenen van de hinder en slaapverstoring door de HSL geen specifieke blootstellings-responsrelaties beschikbaar. De beschikbare relatie voor (normaal) railverkeer is gebruikt, aangevuld met de relatie voor wegverkeer. Dit omdat er aanwijzingen zijn dat het geluid van de HSL als hinderlijker wordt ervaren dan normaal railverkeer. De hinderrelatie van wegverkeer geeft naar verwachting een meer realistische benadering van de ervaren hinder door de HSL.

Concluderend kan gezegd worden dat, op basis van de berekeningen met de meetresultaten van het DCMR onderzoek, de HSL in de toekomst meer ernstige hinder, slaapverstoring en mogelijk ook andere gezondheidseffecten zal veroorzaken bij een deel van de omwonenden dan op basis van Tracébesluit te verwachten was. Dit is enerzijds te verklaren met de hogere gemeten geluidbelasting. Anderzijds kan dit verklaard worden met de eigenschappen van het HSL geluid, omdat er aanwijzingen zijn dat dit als hinderlijker wordt ervaren dan normaal railverkeer.

# Inhoudsopgave

Samenvatting .....	4
Hoofdstuk 1: Inleiding .....	6
1.1 Aanleiding .....	6
1.2 Gebruikte gegevens .....	6
Hoofdstuk 2: Hinder .....	7
2.1 Hinder .....	7
2.2 Invloed van niet-akoestische factoren .....	7
2.3 Berekenen hinder .....	7
2.4 Bruikbaarheid hinderrelaties .....	8
2.5 Berekende hinder op basis van de meetresultaten .....	10
2.6 Milieugezondheidskwaliteit .....	12
2.7 Communicatieverstoring .....	14
Hoofdstuk 3: Slaapverstoring .....	16
3.1 Slaapverstoring .....	16
3.2 Berekenen slaapverstoring .....	17
3.3 Bruikbaarheid hinderrelaties .....	17
3.4 Berekende slaapverstoring op basis van meetresultaten .....	17
3.5 Milieugezondheidskwaliteit .....	19
3.6 Ontwaakreacties .....	21
Hoofdstuk 4: Overige gezondheidseffecten .....	22
4.1 Hart- en vaatziekten .....	22
4.2 Leerprestaties kinderen .....	22
4.3 Gehoorschade .....	23
Hoofdstuk 5: Discussie en conclusie .....	24
5.1 Discussie en conclusie .....	24
Literatuur .....	26
Bijlage 1 – Blootstelling-responsrelaties .....	27
Bijlage 2 – Berekende hinder per meetlocatie .....	29
Bijlage 3 – Berekende slaapverstoring per locatie .....	32

# Hoofdstuk 1: Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In opdracht van de gemeente Lansingerland is door de GGD Rotterdam-Rijnmond een gezondheidkundige vertaalslag gemaakt van de geluidmetingen die door de DCMR in 2010 zijn uitgevoerd. Doel hiervan is om meer inzicht te krijgen in de verwachte gezondheidseffecten als gevolg van de geluidbelasting veroorzaakt door de HSL (hogesnelheidslijn). Aanleiding van de vraag is de hoeveelheid meldingen van geluidsoverlast na de ingebruikname van de HSL. Deze zijn gemeld bij zowel de DCMR Milieudienst Rijnmond als ProRail. Bij de GGD is een enkele melding over geluidsoverlast als gevolg van de HSL binnengekomen.

Bij de beoordeling is met name ingegaan op de gezondheidseffecten hinder en slaapverstoring, omdat deze effecten modelmatig benaderd kunnen worden.

## 1.2 Gebruikte gegevens

Voor de gezondheidkundige beoordeling is gebruik gemaakt van de resultaten van de geluidmetingen die door de DCMR Milieudienst Rijnmond in opdracht van de gemeente Lansingerland zijn uitgevoerd (DCMR 2010). Daarnaast zijn door de DCMR aanvullende meetgegevens geleverd, onder andere over de geluidbelasting op bebouwing op afstand van de HSL en over geluidniveaus van treinpassages.

# Hoofdstuk 2: Hinder

## 2.1 Hinder

Een van de meest onderzochte gezondheidseffecten van geluid is hinder. Een definitie van hinder is "een gevoel van onbehagen, gerelateerd aan een bron, met de overtuiging van een individu of groep dat dit een negatief effect heeft op hen". Daarnaast is het een verzamelnaam voor allerlei negatieve reacties zoals boosheid, machteloosheid, neerslachtigheid, angst of concentratieverlies (Berglund 1999). De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) definieert gezondheid niet als de afwezigheid van ziekte, maar als een toestand van volledig lichamelijk, sociaal en psychologisch welzijn (WHO 2006). Hinder beïnvloedt het lichamelijk en geestelijk welbevinden en is dus een negatief gezondheidseffect. Hinder door geluid begint al bij een geluidbelasting van 40 dB (A). Naarmate de geluidbelasting toeneemt, neemt ook het percentage mensen dat (ernstig) gehinderd is, toe.

## 2.2 Invloed van niet-akoestische factoren

In welke mate iemand gehinderd is, wordt niet alleen bepaald door de geluidbelasting, maar ook door andere factoren, zoals angst voor de bron, verwachtingen voor de toekomst, beheersbaarheid van de blootstelling, de vrijwilligheid van de blootstelling en de geluidgevoeligheid (Peeters 2007). Deze zogenaamde niet-akoestische factoren hebben over het algemeen ongeveer net zoveel invloed op hinder als het geluid zelf. De grote invloed van niet-akoestische factoren betekent niet dat de hinder door geluid subjectief is. Hinder is een objectief effect, net als slaapverstoring en hart- en vaatziekten. Wel is het zo dat de hinder ook te beïnvloeden is door maatregelen te treffen aan niet-akoestische factoren (Woudenberg 2006).

## 2.3 Berekenen hinder

Voor de geluidbronnen vliegverkeer, wegverkeer en railverkeer zijn relaties afgeleid tussen de geluidbelasting en de mate van ervaren hinder, de zogenaamde blootstelling-responsrelaties (zie bijlage 1). Deze relaties zijn afgeleid uit een verzameling onderzoeken, waarbij de geluidbelasting bekend was en de mate van hinder is gemeten met behulp van vragenlijsten. De hinderrelaties

kunnen gebruikt worden om het verwachte aantal mensen dat door geluid wordt gehinderd in een bepaald gebied te berekenen.

Het is bekend dat in sommige situaties de berekende hinder een onderschatting geeft van de feitelijk ervaren hinder. Een mogelijke verklaring is dat de blootstelling-responsrelaties geen rekening houden met een aantal bronnen die veel hinder veroorzaken. Brommers worden bijvoorbeeld vaak als hinderlijk ervaren, maar worden bij wegverkeer niet meegerekend als geluidbron.

Een andere verklaring is dat de blootstelling-responsrelaties zijn afgeleid uit onderzoeken waarin de niet-akoestische factoren waarschijnlijk sterk verschilden. Het verschil in de gemeten hinder (op basis vragenlijstonderzoek) en de berekende hinder (op basis van de blootstelling-responsrelatie) kan samenhangen met een sterke invloed van bepaalde niet-akoestische factoren. Bijvoorbeeld een kritische houding tegenover de overheid, die nu in Nederland misschien een grotere rol speelt dan vroeger in Nederland of het buitenland. Voorbeelden zijn de verwachting (angst) dat in de toekomst de geluidbelasting gaat toenemen en een kritischer houding tegenover de overheid. De onderzoeken waarop de blootstelling-responsrelaties zijn gebaseerd, zijn uitgevoerd in de periode van 1965 tot 1992. Er zijn ook aanwijzingen dat mensen tegenwoordig meer hinder hebben van dezelfde geluidbelasting dan een aantal jaren geleden.

Berekeningen met blootstelling-responsrelaties zijn met name geschikt voor strategische doeleinden, om het effect van geluid in termen van hinder te schatten. Ze zijn ook zeer geschikt om verschillende scenario's met elkaar te vergelijken. Ze zijn minder goed geschikt voor lokale, kleinschalige situaties of om het effect van veranderingen in geluidniveaus te schatten (Woudenberg 2006).

## **2.4 Bruikbaarheid hinderrelaties**

Zoals aangegeven zijn hinderrelaties afgeleid voor de geluidbronnen vliegverkeer, wegverkeer en railverkeer tussen de geluidbelasting en de mate van ervaren hinder. Geluid van railverkeer wordt doorgaans als minder hinderlijk ervaren dan geluid van wegverkeer, bedrijven en vliegverkeer. Dit betekent dat bij gelijke geluidbelasting bij railverkeer minder mensen gehinderd zijn dan bij bijvoorbeeld wegverkeer.

Bij de aanleg van de HSL is uitgegaan van de geluidregelgeving voor spoorwegen, en daarmee van de hinderrelatie van normaal treinverkeer. De passage van een HSL geeft meer piekgeluid en



grotere stijgsnelheden dan een normale trein. De vraag is in welke mate dit een effect heeft op de hinderbeleving. Met stijgsnelheid wordt bedoeld hoe snel het geluid in volume toeneemt.

Een gezondheidkundige vertaalslag van de geluidbelasting kan gemaakt worden met de genoemde blootstelling-responsrelaties. Op basis van de vastgestelde geluidbelasting, uitgedrukt in  $L_{den}^1$ , wordt het percentage (ernstig) gehinderden via de blootstelling-responsrelaties berekend. Deze relatie is opgesteld op basis van een groot aantal belevingsonderzoeken (zie ook paragraaf 2.3). De bijdrage van de hinder als gevolg van het piekgeluid en de stijgsnelheid zit tot op zekere hoogte verwerkt in deze hinderrelatie. Echter, van een specifieke aandacht of normering hiervoor is geen sprake, terwijl bekend is dat met name die karakteristieke effect hebben op de hinderbeleving.

Hoewel er aanwijzingen zijn dat een HSL in zijn algemeenheid meer hinder veroorzaakt dan een normale trein (bij een zelfde geluidbelasting), is de vakliteratuur nog niet eenduidig en is er nog geen specifieke hinderrelatie voor een HSL beschikbaar. In een eerder stadium is door de DCMR daarom gekozen voor de hinderrelatie voor wegverkeer om de effecten van de HSL op het akoestisch leefklimaat te onderzoeken (DCMR 1999). Deze keuze is van pragmatische aard: niet omdat de geluidkarakteristieken van wegverkeer overeen komen met die van de HSL, maar wegverkeer wordt als meer hinderlijk ervaren dan conventioneel railverkeer en geeft deze hinderrelatie naar verwachting een meer realistische benadering van de ervaren hinder door de HSL. Daarnaast kan door de open bak-constructie het geluid van de HSL een ander karakter krijgen, waardoor de blootstelling-responsrelatie voor normaal railverkeer mogelijk niet goed toepasbaar is (DCMR 2009). De GGD sluit zich aan bij deze benadering. In deze rapportage is gebruik gemaakt van de hinderrelatie van zowel (normaal) railverkeer als wegverkeer. Van railverkeer omdat dit de uitgangssituatie is geweest en van wegverkeer om onderschatting te voorkomen en de realiteit meer recht aan te doen.

---

<sup>1</sup> Sinds januari 2007 is voor o.a. railverkeergeluid overgestapt op de nieuwe, Europese dosismaat  $L_{den}$ .  $L_{den}$  is het equivalente geluidsniveau over een etmaal. Het etmaal is verdeeld over een dag-, avond- en nachtperiode. Het geluidsniveau 's avonds wordt verhoogd met een straffactor van 5 dB(A), 's nachts met een straffactor van 10 dB(A). In de wet wordt  $L_{den}$  aangegeven in decibel (dB); de oude dosismaat  $L_{etmaal}$  wordt net als vroeger aangeduid met 'dB(A)'. Beide dosismaten zijn echter op dezelfde wijze 'A-gewogen'. De waarde van een  $L_{etmaal}$  was veelal gebaseerd op metingen of berekeningen in een representatieve situatie, terwijl de  $L_{den}$  een jaargemiddelde is. Aangezien een  $L_{den}$  voor railverkeer over het algemeen 2 dB(A) lager is dan een  $L_{etmaal}$  zijn de normen voor railverkeersgeluid in de nieuwe wet met 2 dB verlaagd. Dit is dus geen aanscherping van de normen. Hetzelfde geldt voor wegverkeer.

## 2.5 Berekende hinder op basis van de meetresultaten

De DCMR heeft voor een aantal scenario's de geluidbelasting doorgerekend naar  $L_{den}$ . Hiermee kan het bijbehorend percentage ernstig gehinderden berekend worden. Aangezien de meetresultaten iets zeggen over de geluidbelasting op één specifieke locatie, is het percentage ernstig gehinderden dat berekend wordt indicatief. Het geeft de ernstige hinder die verwacht wordt bij een geluidbelasting van dit niveau in een groter gebied. In bijlage 2 zijn per scenario de geluidbelasting en het daarbij behorende percentage ernstig gehinderden per meetlocatie weergegeven.

De scenario's die hiervoor gebruikt zijn:

- Scenario 1: periode 1 mei 2009 t/m 30 april 2010 – periode van één jaar waarvoor alle voor de geluidbelasting relevante gegevens bekend zijn (geen aannames over geluidreducerende maatregelen. Prio-materieel tot 34 treinen/etmaal en Thalys tot 15 treinen/etmaal. Maximumsnelheid van 160 km/uur).
- Scenario 2: periode 7 september 2009 t/m 6 september 2010 – gehele eerste jaar met de commerciële dienstregeling (inclusief 4 dB reductie voor het prio-materieel vanaf 1 juni 2010. Prio-materieel tot 34 treinen/etmaal en Thalys tot 16 treinen/etmaal. Maximumsnelheid van 160 km/uur).
- Scenario 3: periode 1 januari t/m 31 december 2010 – kalenderjaar met de commerciële dienstregeling (inclusief 4 dB reductie voor het prio-materieel vanaf 1 juni 2010. Prio-materieel tot 34 treinen/etmaal en Thalys tot 20 treinen/etmaal. Maximumsnelheid van 160 km/uur).
- Scenario 4a: prognose eindsituatie – dienstregeling waarbij gereden wordt met de Thalys trein en de V250 Albatros met een maximumsnelheid van 250 km/uur, worst case situatie (aanname: geluidemissie V250 Albatros trein is gelijk aan de Thalys trein. Thalys tot 84 treinen/etmaal en V20 Albatros tot 100 treinen/etmaal).
- Scenario 4b: prognose eindsituatie – dienstregeling waarbij gereden wordt met de Thalys trein en de V250 Albatros met een maximumsnelheid van 250 km/uur, best case situatie (aanname: geluidemissie V250 Albatros trein is 6 dB minder dan de Thalys trein. Thalys tot 84 treinen/etmaal en V20 Albatros tot 100 treinen/etmaal).

Voor een volledige toelichting van de scenario's wordt verwezen naar het DCMR rapport (DCMR 2010).

Het DCMR rapport geeft de geluidbelasting op een aantal locaties langs de HSL route. Afhankelijk van de ligging varieert de geluidbelasting per locatie. Om een algemeen beeld te krijgen van de geluidbelasting, en de daarmee samenhangende hinder, is gebruik gemaakt van het gemiddelde

van de geluidbelasting op deze locaties.<sup>2</sup> Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de eerstelijnsbebouwing en bebouwing die verder van de HSL staat. Voor de eerstelijnsbebouwing is hiervoor uitgegaan van de langdurige metingen op de locaties Saffier, Bachplein, Berkselseweg, Parkzoom 1 en Kwelderplantsoen. Voor bebouwing die verder van de HSL staat zijn geen langdurige metingen beschikbaar en is uitgegaan van de kortdurende metingen op de locaties Pollux, Beeldmakersdreef en Anjertuin. In tabel 1 is de gemiddelde geluidbelasting van de meetresultaten van de genoemde locaties en het bijbehorend percentage ernstig gehinderden weergegeven per scenario. In de tabel zijn eveneens de voorkeurgrenswaarde van de Wet Geluidhinder (Wgh) en de hogere waarden uit het Tracébesluit meegenomen ter vergelijking.

In tabel 1 staat het aantal *ernstig* gehinderden weergegeven. Bij een gezondheidkundige beoordeling is het aantal ernstig gehinderden maatgevend. Daarnaast zal ook een aantal mensen niet ernstig, maar wel *gehinderd* of *licht* gehinderd zijn. Het percentage (licht) gehinderden zal eveneens toenemen naarmate de geluidbelasting hoger is.

Tabel 1: de gemiddelde geluidbelasting ( $L_{den}$ ) op basis van de metingen van de DCMR en het bijbehorende berekende percentage ernstig gehinderden voor de eerstelijnsbebouwing en bebouwing op afstand, per scenario (grijs gearceerd). Daarnaast is het percentage ernstig gehinderden behorend bij de waarden uit de Wet Geluidhinder (Wgh) en het Tracébesluit (Tb) weergegeven.

Meetpunt	DCMR metingen			Wet geluidhinder			Tracébesluit		
	DCMR metingen ( $L_{den}$ )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	Wgh ( $L_{den}$ )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	Tb ( $L_{den}$ )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)
<b>Scenario 1</b>									
Eerstelijns	53	1,9	5,2	55	2,5	6,4	54	2,1	5,8
Op afstand	39	0	0	55	2,5	6,4	55	2,5	6,4
<b>Scenario 2</b>									
Eerstelijns	55	2,5	6,4	55	2,5	6,4	54	2,1	5,8
Op afstand	41	0	0	55	2,5	6,4	55	2,5	6,4
<b>Scenario 3</b>									
Eerstelijns	55	2,5	6,4	55	2,5	6,4	54	2,1	5,8
Op afstand	41	0	0	55	2,5	6,4	55	2,5	6,4
<b>Scenario 4a</b>									
Eerstelijns	63	6,8	13,6	55	2,5	6,4	54	2,1	5,8
Op afstand	50	1,2	3,4	55	2,5	6,4	55	2,5	6,4
<b>Scenario 4b</b>									
Eerstelijns	60	4,7	10,3	55	2,5	6,4	54	2,1	5,8
Op afstand	47	0,7	2,3	55	2,5	6,4	55	2,5	6,4

Opmerkingen bij tabel 1: Wgh = Wet Geluidhinder; de genoemde waarde van 55  $L_{den}$  is de voorkeurgrenswaarde uit de Wgh. Tb = Tracébesluit, aangezien de hogere waarden in het Tb zijn gegeven in  $L_{etmaal}$  en voor de hinderberekening  $L_{den}$  nodig is, is  $L_{den}$  bepaald volgens de generieke benadering dat  $L_{den} = L_{etmaal} - 2$ .

<sup>2</sup> Dat wil zeggen: door de meetresultaten van de onderzochte locaties op te tellen en te delen door het aantal locaties.

De belangrijkste scenario's zijn scenario 1, 2, 4a en 4b. Scenario 1 en 2 geven een beeld over de situatie ten tijde van de ingebruikname van de HSL, dat wil zeggen de situatie die tot de eerste meldingen van geluidsoverlast hebben geleid. Scenario 4a en 4b geven een beeld van de eindsituatie, dat wil zeggen de situatie die te verwachten is bij het geplande gebruik van de HSL, op basis van de uitgevoerde metingen.

#### *Eerstelijnsbebouwing*

In de huidige situatie (scenario 1 en 2) komt de geluidbelasting volgens de modelberekening overeen met een verwacht aantal ernstig gehinderden van 1,9 – 6,4%. In de toekomstige situatie komt de geluidbelasting overeen met een verwacht aantal ernstig gehinderden van 6,8 – 13,6% (worst case; scenario 4a) en 4,7 – 10,3% (best case; scenario 4b).

#### *Bebouwing op afstand*

In de huidige situatie (scenario 1 en 2) komt de geluidbelasting volgens de modelberekening overeen met een verwacht aantal ernstig gehinderden van 0%.<sup>3</sup> In de toekomstige situatie komt de geluidbelasting overeen met een verwacht aantal ernstig gehinderden van 1,2 – 3,4% (worst case; scenario 4a) en 0,7 – 2,3% (best case; scenario 4b).

Op basis van de DCMR metingen kan geconcludeerd worden dat in de huidige situatie (scenario 1 en 2) het berekende aantal ernstig gehinderden kleiner of gelijk is aan de situatie van het Tracébesluit. In de toekomstige situatie (scenario 4a en b) is het berekende aantal hoger.

## **2.6 Milieugezondheidskwaliteit**

Voor een verdere vertaalslag van milieu naar gezondheid kan gebruik worden gemaakt van de methodiek behorend bij een Gezondheidseffectscreening, afgekort GES. De GES is een methode die ontwikkeld is voor GGD'en in opdracht van de ministeries VWS en VROM (GGD Nederland, 2008). Bij ruimtelijke planvorming wordt doorgaans uitsluitend rekening gehouden met milieufactoren op basis van wettelijke milieunormen of afspraken (bijv. in het kader van vergunningverlening). Voor een aantal milieufactoren geldt dat ook beneden de wettelijke (grens)waarden gezondheidsrisico's bestaan. Met de GES methodiek kan de milieugezondheidskwaliteit in beeld gebracht worden.

De GES methodiek geeft per milieufactoor een gezondheidkundige maat (GES-score) voor de mate van milieubelasting. De GES-score varieert tussen 0 en 8. Hoe hoger de score, des te slechter is de

---

<sup>3</sup> Er wordt bij deze geluidbelasting wel (lichte) hinder verwacht

'milieugezondheidskwaliteit'. De GES-score voor geluidhinder door railverkeer staat weergegeven in tabel 2. In feite wordt dus een getal (de ernstige hinder) vertaald naar een kwaliteitsklasse (de GES score).

Tabel 2: Betekenis GES-scores voor de milieufactor geluid van railverkeer voor hinder

GES-score	Ernstige hinder railverkeer	Kwaliteit	Kleur
0	< 1%	Zeer goed	Groenblauw
1	1 – 4%	Goed	Groen
2	-	Redelijk	Groengeel
3	4 – 7%	Vrij matig	Geel
4	-	Matig	Lichtoranje
5	-	Zeer matig	Donkeroranje
6	7 – 12%	Onvoldoende	Rood
7	12 – 19%	Ruim onvoldoende	Roodpaars
8	> 19%	Zeer onvoldoende	Paars

Aan de hand van de berekende hinder zoals weergegeven in bijlage 2 kan per meetresultaat een GES-score toegekend worden. In tabel 3 zijn voor de vier scenario's per meetlocatie de GES-score weergegeven in waarde en kleurcodering.

Tabel 3: GES-scores behorend bij de  $L_{den}$  belasting op basis van het Tracébesluit (Tb) en de metingen van de DCMR per scenario.

Meetpunt	Tracébesl.		Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3		Scenario 4a		Scenario 4b	
	rail	weg	rail	weg	rail	weg	rail	weg	rail	weg	rail	weg
Saffier	1	3	1	3	1	3	1	3	3	6	1	6
Bachplein	1	3	1	3	1	3	1	3	3	6	1	6
Berkelseweg	1	3	1	3	1	3	1	3	6	7	3	6
Parkzoom 1	1	3	3	6	3	6	3	6	6	7	6	7
Kwelderplantsoen	1	3	1	3	1	3	1	3	6	7	6	7
Anthuriumweg	3	7	1	6	3	6	3	6	6	7	3	7
Robijn	1	3	1	3	1	3	1	3	3	6	3	6
Parkzoom 2	3	6	3	6	1	6	1	6	6	7	3	7
Wildersekade	1	3	1	3	1	3	1	3	1	6	1	3
Pollux	1	3	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1
Beeldmakersdreef	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Anjertuin	1	3	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1
Eerstelijns	1	3	1	3	1	3	1	3	6	7	3	6
Op afstand	1	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1

Opmerkingen bij tabel 3: de milieugezondheidskwaliteit voor de berekende hinder voor rail en weg is bepaald met de GES-score voor railverkeer.

### *Eerstelijns bebouwing*

In de huidige situatie (scenario 1 en 2) komt de geluidbelasting overeen met een milieugezondheidskwaliteit variërend van 'goed' (score 1) tot 'vrij matig' (score 3). In de toekomstige situatie komt de geluidbelasting overeen met een milieugezondheidskwaliteit van 'onvoldoende' (score 6) tot 'ruim onvoldoende' (score 7) (worst case; scenario 4a) en 'vrij matig' (score 3) tot 'onvoldoende' (score 6) (best case; scenario 4b).

### *Bebouwing op afstand*

In de huidige situatie (scenario 1 en 2) komt de geluidbelasting overeen met een milieugezondheidskwaliteit van 'zeer goed' (score 0). In de toekomstige situatie komt de geluidbelasting overeen met een milieugezondheidskwaliteit van 'goed' (score 1) (worst case; scenario 4a) en 'zeer goed' (score 0) tot 'goed' (score 1) (best case; scenario 4b).

Op basis van de DCMR metingen kan geconcludeerd worden dat in de huidige situatie (scenario 1 en 2) de milieugezondheidskwaliteit vergelijkbaar is met de situatie van het Tracébesluit. In de toekomstige situatie (scenario 4a en b) is de milieugezondheidskwaliteit slechter.

## **2.7 Communicatieverstoring**

Een aspect dat bijdraagt aan de hinderbeleving is de communicatieverstoring. Bij een geluidbelasting van 65 dB(A) bestaat al een grote kans op verstoring van een gesprek. Bij een geluidbelasting van 80 dB(A) is een gesprek alleen mogelijk met stemverheffing en op korte afstand. Boven 90 dB(A) is een gesprek praktisch niet mogelijk (Miedema 1999). Het gemiddelde geluidniveau over een tijdspanne van 15 seconde tijdens een treinpassage varieert op de eerstelijnsbebouwing van 68 tot 85 dB(A), afhankelijk van meetlocatie en treintype. De pieken (maximale geluidbelasting) kunnen oplopen tot 92 dB(A). Bij bebouwing op afstand varieert het gemiddelde geluidniveau over een tijdspanne van 15 seconde, tijdens een treinpassage van 61 tot 68 dB(A), afhankelijk van meetlocatie en treintype. De pieken kunnen oplopen tot 75 dB(A). Dit betreft de situatie buitenshuis. Op basis van de eisen in het Bouwbesluit kan aangenomen worden dat een gevel van de woning een geluidwering van ongeveer 20 dB(A) heeft. Voor eerstelijnsbebouwing betekent dit dat het gemiddelde geluidniveau over een tijdspanne van 15 seconde, tijdens een treinpassage kan oplopen tot 65 dB(A), met pieken tot 70 dB(A).

Als gevolg van een treinpassage is met name in de eerstelijnsbebouwing verstoring van een gesprek mogelijk. Dat geldt zowel buitenshuis als binnenshuis. Voor bebouwing op afstand zal dat niet of nauwelijks spelen.

### **In het kort**

Hinder is het belangrijkste negatieve effect van geluid. Hoeveel hinder iemand ervaart, wordt bepaald door het geluid zelf (Hoe hard is het geluid? Wat voor een soort geluid is het?) en andere factoren (Wat beïnvloedt de beleving van het geluid? Wat is bijvoorbeeld de persoonlijke houding tegenover de geluidsbron?).

De te verwachten hinder kan berekend worden op basis van onderzochte voorbeeldsituaties. Voor geluid van de HSL zijn vergelijkbare situaties nog niet goed onderzocht. Er is wel een berekening mogelijk op basis van (normaal) railverkeer, maar er zijn aanwijzingen dat het geluid van de HSL hinderlijker wordt ervaren dan normaal railverkeer. Omdat wegverkeer ook als hinderlijker wordt ervaren dan railverkeer, is ook een berekening gemaakt op basis van wegverkeer. De berekening op basis van wegverkeersituaties, geeft naar verwachting een betere benadering van de ervaren hinder door de HSL.

Deze berekeningen van de ernstige hinder zijn gebruikt om de verschillende situaties met elkaar te vergelijken. Uit de metingen van de DCMR blijkt dat de geluidbelasting van de HSL hoger is dan bij de aanleg van uit is gegaan. Er wordt dus meer geluid verwacht én het geluid is hinderlijker. Dit betekent dat volgens de berekeningen het verwachte percentage ernstig gehinderden ongeveer twee keer zo hoog is dan waar oorspronkelijk van uitgegaan is.

# Hoofdstuk 3: Slaapverstoring

## 3.1 Slaapverstoring

Naast hinder is slaapverstoring een negatief gevolg van blootstelling aan (nachtelijk) geluid. De functie van slaap is rust te verschaffen aan lichaam en hersenen. Slapen spaart energie, er vindt herstel plaats van lichamelijke en mentale inspanning en goed slapen geeft een prettig gevoel.

Verstoorde slaap kan overdag tot uiting komen in:

- een gevoel van vermoeidheid of van een algemeen verminderd welbevinden;
- slaperigheid;
- verslechtering van de prestatie;
- toegenomen irritatie.

Lawaai tijdens de slaap verstoort de herstelfunctie van de slaap. De kans op effecten door verstoorde slaap hangt af van de hoeveelheid en de soort verstoring van de slaap en ook hoe een persoon met de situatie omgaat. Een verstoring van de slaap door iets wat ongewenst en onplezierig is, heeft meer invloed dan wanneer de slaap wordt verstoord door iets dat verwacht wordt of plezierig is (Woudenberg 2006).

De Gezondheidsraad stelt dat onbedoelde beïnvloeding van de slaap door geluid een serieus probleem is. De gevolgen van nachtelijk geluid tijdens de slaap zijn met name beschreven voor transportgeluid. Transportgeluid in de nacht bestaat in verreweg de meeste situaties uit afzonderlijk te onderscheiden geluidgebeurtenissen, zoals de passage van een trein, auto of vliegtuig. Biologische reacties op omgevingsgeluid treden op omdat een persoon, ook als deze slaapt, 'prikkel's' uit de omgeving beoordeelt en verwerkt. Voorbeelden van biologische reacties zijn: reacties van het hart- en vaatstelsel (hartslagversnelling), wakker worden, moeilijker inslapen en meer bewegen tijdens het slapen. Mogelijk beïnvloedt nachtelijk geluid ook de niveaus van (stress)hormonen tijdens de slaap. Nachtelijk geluid kan de ervaren slaapkwaliteit en het algemeen welbevinden negatief beïnvloeden. Het kan slapeloosheid tot gevolg hebben en heeft daardoor mogelijk een nadelige invloed op sociale contacten, op het uitvoeren van taken waarbij aandacht nodig is en op het verlies van levensjaren door fatale ongelukken op het werk. Ook kan nachtelijk geluid mogelijk leiden tot hoge bloeddruk, hartziekten en depressies bij vrouwen. Bij ouderen kan nachtelijk geluid het gebruik van slaap- en kalmeringsmiddelen verhogen (GR 2004).



## 3.2 Berekenen slaapverstoring

Net zoals bij hinder kan het aantal mensen met slaapverstoring door geluid worden berekend met blootstelling-responsrelaties (zie bijlage 1). Deze blootstelling-responsrelaties zijn er alleen voor geluid van wegverkeer en railverkeer. Net als bij hinder, geven de relaties een onderschatting van het werkelijke aantal. De uitkomsten van de modellen zijn vooral bruikbaar voor strategische doeleinden en om verschillende scenario's met elkaar te vergelijken (Woudenberg 2006).

## 3.3 Bruikbaarheid hinderrelaties

Bij het onderzoek naar de effecten van geluid op de slaap is veelal gebruik gemaakt van de gemiddelde geluidbelasting over een periode. Het is echter gebleken dat een maat voor het piekniveau een betere voorspeller is voor verstoringen van de slaap. Het verschil tussen het gemiddelde geluidsniveau en de geluidspiek lijkt hierbij belangrijk te zijn. Tevens zijn eigenschappen als stijgsnelheid, duur en niveau van de piek van invloed. Ook of het intermitterend of continu geluid is. Een intermitterend geluid heeft een grotere invloed dan een meer continu geluid (Woudenberg 2006). Net zoals bij hinder is het de vraag of de bestaande blootstelling-responsrelatie voor normaal railverkeer toepasbaar is voor de HSL. In lijn met de benadering van de hinder, worden voor slaapverstoring zowel de relatie voor (normaal) railverkeer als wegverkeer in ogenschouw genomen.

## 3.4 Berekende slaapverstoring op basis van meetresultaten

De DCMR heeft voor een aantal scenario's de geluidbelasting doorgerekend naar  $L_{\text{night}}$ .<sup>4</sup> Hiermee kan het bijbehorend percentage ernstig slaapverstoorden berekend worden. Aangezien de meetresultaten iets zeggen over de geluidbelasting op één specifieke locatie, is het percentage ernstig slaapverstoorden dat berekend wordt indicatief. Het geeft de ernstige slaapverstoring die verwacht wordt bij een geluidbelasting van dit niveau in een groter gebied. In bijlage 3 zijn per scenario de geluidbelasting en het daarbij behorende percentage ernstig slaapverstoorden per meetlocatie weergegeven.

---

<sup>4</sup>  $L_{\text{night}}$  is vergelijkbaar met  $L_{\text{den}}$ , met het verschil dat  $L_{\text{den}}$  betrekking heeft op alle perioden in een dag (dag, avond, nacht) en  $L_{\text{night}}$  alleen op de nachtperiode

Afhankelijk van de ligging varieert de geluidbelasting per locatie. Om een algemeen beeld te krijgen van de geluidbelasting, en de daarmee samenhangende slaapverstoring, is gebruik gemaakt van het gemiddelde van de geluidbelasting op deze locaties.<sup>5</sup> Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de eerstelijnsbebouwing en bebouwing die verder van de HSL staat (zie paragraaf 2.5). In tabel 4 is de gemiddelde geluidbelasting en bijbehorend percentage ernstig slaapverstoorden weergegeven per scenario.

In tabel 4 staat het aantal *ernstig* slaapverstoorden weergegeven. Bij een gezondheidkundige beoordeling is het aantal ernstig slaapverstoorden maatgevend. Daarnaast zal ook een aantal mensen niet ernstig, maar wel slaapverstoord of licht slaapverstoord zijn. Het percentage (licht) slaapverstoorden zal eveneens toenemen naarmate de geluidbelasting hoger is.

Tabel 4: de gemiddelde geluidbelasting ( $L_{night}$ ) en het bijbehorende percentage ernstig slaapverstoorden voor de eerstelijnsbebouwing en bebouwing op afstand per scenario op basis de metingen van de DCMR.

Meetpunt	DCMR metingen ( $L_{night}$ )	% ernstig slaapverstoord (rail)	% ernstig slaapverstoord (weg)
<b>Scenario 1</b>			
Eerstelijns	44	1,8	3,4
Op afstand	29	0	0
<b>Scenario 2</b>			
Eerstelijns	46	2,1	3,9
Op afstand	30	0	0
<b>Scenario 3</b>			
Eerstelijns	45	1,9	3,6
Op afstand	29	0	0
<b>Scenario 4a</b>			
Eerstelijns	55	4,0	8,0
Op afstand	42	1,6	2,9
<b>Scenario 4b</b>			
Eerstelijns	52	3,2	6,4
Op afstand	39	1,4	2,5

De belangrijkste scenario's zijn scenario 1, 2, 4a en 4b. Scenario 1 en 2 geven een beeld over de situatie ten tijde van de ingebruikname van de HSL, dat wil zeggen de situatie die tot de eerste meldingen van geluidsoverlast hebben geleid. Scenario 4a en 4b geven een beeld van de eindsituatie, dat wil zeggen de situatie die te verwachten is bij het geplande gebruik van de HSL op basis van de uitgevoerde metingen.

<sup>5</sup> Dat wil zeggen: door de meetresultaten van de onderzochte locaties op te tellen en te delen door het aantal.

### *Eerstelijnsbebouwing*

In de huidige situatie (scenario 1 en 2) komt de geluidbelasting volgens de modelberekening overeen met een verwacht aantal ernstig slaapverstoorden van 1,8 – 3,9%. In de toekomstige situatie komt de geluidbelasting overeen met een verwacht aantal ernstig slaapverstoorden van 4,0 – 8,0% (worst case; scenario 4a) en 3,2 – 6,4% (best case; scenario 4b).

### *Bebouwing op afstand*

In de huidige situatie (scenario 1 en 2) komt de geluidbelasting volgens de modelberekening overeen met een verwacht aantal ernstig slaapverstoorden van 0%.<sup>6</sup> In de toekomstige situatie komt de geluidbelasting overeen met een verwacht aantal ernstig slaapverstoorden van 1,6 – 2,9% (worst case; scenario 4a) en 1,4 – 2,5% (best case; scenario 4b).

Een vergelijking met het Tracébesluit is hier niet mogelijk aangezien het Tracébesluit de totale geluidbelasting betreft ( $L_{den}$ ) en niet de nachtelijke geluidbelasting ( $L_{night}$ ).

## 3.5 Milieugezondheidskwaliteit

Voor een verdere vertaalslag van milieu naar gezondheid kan gebruik worden gemaakt van de methodiek behorend bij een Gezondheidseffectscreening, afgekort GES. (zie ook paragraaf 2.6).

De GES methodiek geeft per milieufactor een gezondheidskundige maat (GES-score) voor de mate van milieubelasting. De GES-score varieert tussen 0 en 8. Hoe hoger de score, des te slechter is de 'milieugezondheidskwaliteit'. De GES-score voor slaapverstoring door railverkeer staat weergegeven in tabel 5.

Tabel 5: Betekenis GES-scores voor de milieufactor geluid van railverkeer voor slaapverstoring

GES-score	Ernstig slaapverstoring railverkeer	Kwaliteit	Kleur
0	< 2%	Zeer goed	Groenblauw
1	2 – 3%	Goed	Groen
2	-	Redelijk	Groengeel
3	3 – 5%	Vrij matig	Geel
4	-	Matig	Lichtoranje
5	-	Zeer matig	Donkeroranje
6	5 – 6%	Onvoldoende	Rood
7	6 – 9%	Ruim onvoldoende	Roodpaars
8	> 9%	Zeer onvoldoende	Paars

<sup>6</sup> Er wordt bij deze geluidbelasting wel (lichte) slaapverstoring verwacht

Aan de hand van de berekende slaapverstoring zoals weergegeven in bijlage 3 kan per meetresultaat een GES-score toegekend worden. In tabel 6 zijn voor de vier scenario's per meetlocatie de GES-score weergegeven in waarde en kleurcodering.

Tabel 6: GES-scores behorend bij de  $L_{night}$  belasting op basis van het Tracébesluit (Tb) en de metingen van de DCMR per scenario.

Meetpunt	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3		Scenario 4a		Scenario 4b	
	rail	weg	rail	weg	rail	weg	rail	weg	rail	weg
Saffier	0	1	0	1	0	1	3	7	1	3
Bachplein	0	1	0	1	0	1	3	6	1	3
Berkelseweg	0	3	0	3	0	3	3	7	3	7
Parkzoom 1	1	3	1	6	1	3	3	8	3	7
Kwelderplantsoen	1	3	1	3	1	3	3	8	3	7
Anthuriumweg	1	3	1	3	1	3	3	7	3	7
Robijn	0	1	0	1	0	1	3	7	1	3
Parkzoom 2	0	3	1	3	0	3	3	8	3	7
Wildersekafe	0	1	0	1	0	1	1	3	0	3
Pollux	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1
Beeldmakersdreef	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Anjertuin	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1
Eerstelijns	0	3	1	3	0	3	3	7	3	7
Op afstand	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Opmerkingen bij tabel 6: de milieugezondheidskwaliteit voor de berekende slaapverstoring voor rail en weg is bepaald met de GES-score voor railverkeer.

### Eerstelijnsbebouwing

In de huidige situatie (scenario 1 en 2) komt de nachtelijke geluidbelasting overeen met een milieugezondheidskwaliteit variërend van 'zeer goed' (score 0) tot 'vrij matig' (score 3). In de toekomstige situatie komt de nachtelijke geluidbelasting overeen met een milieugezondheidskwaliteit van 'vrij matig' (score 3) tot 'ruim onvoldoende' (score 7) (zowel worst case, scenario 4a, als best case, scenario 4b).

### Bebouwing op afstand

In de huidige situatie (scenario 1 en 2) komt de nachtelijke geluidbelasting overeen met een milieugezondheidskwaliteit van 'zeer goed' (score 0). In de toekomstige situatie komt de nachtelijke geluidbelasting overeen met een milieugezondheidskwaliteit van 'zeer goed' (score 0) tot 'goed' (score 1) (zowel worst case, scenario 4a, als best case, scenario 4b).

Een vergelijking met het Tracébesluit is hier niet mogelijk aangezien het Tracébesluit de totale geluidbelasting betreft ( $L_{den}$ ) en niet de nachtelijke geluidbelasting ( $L_{night}$ ).

### 3.6 Ontwaakreacties

Onder invloed van geluid kan het aantal ontwaakreacties toenemen. Een significante toename in ontwaakreacties is gerapporteerd van een piekniveau van 50 tot 55 dB(A), terwijl een andere studie pas ontwaakreacties ziet bij pieken vanaf 65 dB(A) (Woudenberg 2006). Op basis van de eisen in het Bouwbesluit kan aangenomen worden dat een gevel van de woning een geluidwering van ongeveer 20 dB(A) heeft. Voor eerstelijns bebouwing betekent dit dat het gemiddelde geluidniveau over een tijdspanne van 15 seconde tijdens een treinpassage kan oplopen tot 65 dB(A), met pieken tot 70 dB(A). Bij bebouwing op afstand kan het gemiddelde geluidniveau over een tijdspanne van 15 seconde tijdens een treinpassage oplopen tot 48 dB(A), met pieken tot 55 dB(A).

Als gevolg van een treinpassage zijn met name in de eerstelijnsbebouwing ontwaakreacties mogelijk. Voor bebouwing op afstand zal dat niet of nauwelijks spelen.

#### **In het kort**

Slaapverstoring is een effect van nachtelijk geluid. Net als hinder kan slaapverstoring berekend worden op basis van onderzochte voorbeeldsituaties. Voor geluid van de HSL zijn vergelijkbare situaties nog niet goed onderzocht. Net als voor hinder van geluid is voor slaapverstoring zowel gerekend op basis van (normaal) railverkeer als op basis van wegverkeer.

Met deze berekeningen van het percentage ernstig slaapverstoorden zijn de verschillende situaties met elkaar vergeleken. Uit de metingen van de DCMR blijkt dat de nachtelijke geluidbelasting toe gaat nemen door intensiever gebruik van de spoorlijn. De verwachting is dat het geluid van de HSL meer slaapverstoring veroorzaakt dan normaal treinverkeer. Dit betekent dat het verwachte percentage ernstig slaapverstoorden volgens de berekeningen twee keer zo hoog wordt dan op dit moment.

## Hoofdstuk 4: Overige gezondheidseffecten

### 4.1 Hart- en vaatziekten

Langdurige blootstelling aan geluid kan leiden tot hart- en vaatziekten. Het gaat dan vooral om effecten als hoge bloeddruk en hartinfarct (Berglund 1999, Kempen 2005, RIVM 2010). Er zijn ook aanwijzingen dat geluidsoverlast leidt tot het vaker bezoeken van de huisarts, het meer gebruiken van medicijnen voor hoge bloeddruk en meer ziekenhuisopnames. Er wordt verondersteld dat deze gezondheidseffecten het gevolg zijn van stressreacties op geluid. Net als bij hinder en slaapverstoring bestaan er aanwijzingen dat niet-akoestische factoren van invloed zijn op stresseffecten van geluid. Uit onderzoek is bekend dat voorspelbaarheid en beheersbaarheid van grote invloed zijn op de reactie van mensen (Woudenberg 2006). Op dit moment is de invloed van wegverkeergeluid op het optreden van hartinfarcten en van vliegtuiggeluid op het vóórkomen van hoge bloeddruk voldoende wetenschappelijk vastgesteld. Over de omvang van de invloed van wegverkeergeluid op hoge bloeddruk bestaat nog wetenschappelijke discussie.

In relatie tot railverkeergeluid van de HSL kan over hart- en vaatziekten geen uitspraak worden gedaan.

### 4.2 Leerprestaties kinderen

Er zijn aanwijzingen dat langdurige blootstelling aan transportgeluid een negatief effect heeft op de leerprestaties van kinderen. Het gaat dan vooral om effecten op begrijpend lezen, aandacht, lange termijn geheugen en probleemoplossend vermogen. De effecten van geluid op leerprestaties zijn het best in beeld gebracht voor vliegtuiggeluid. Uit onderzoek blijkt bijvoorbeeld dat de leesprestatie van basisschoolkinderen rondom vliegvelden gemiddeld lager is bij hogere geluidsniveaus. Dit verschil in leesprestatie is naar schatting gelijk aan een leesachterstand van circa 1 maand per 5 dB(A). Dit is groter dan het verschil in leesniveau dat gemiddeld tussen jongens en meisjes wordt gemeten, maar kleiner dan het verschil tussen kinderen van hoog en laag opgeleide ouders (Kempen 2005a, RIVM 2008). Het is nog niet duidelijk of de effecten blijvend of tijdelijk zijn.

In relatie tot railverkeergeluid van de HSL kan over leerprestaties van kinderen geen uitspraak worden gedaan.

### 4.3 Gehoorschade

Door langdurige blootstelling aan hard geluid kunnen trilhaartjes in het middenoor, die het geluid omzetten in een elektrisch signaal naar de zenuwen, permanent beschadigd raken en hun functie verliezen. De groepen trilhaartjes in het middenoor bestrijken ieder een specifiek frequentiegebied, waardoor beschadiging effect kan hebben op het horen van specifieke frequenties. Blootstelling aan een extreme hoeveelheid geluid kan het trommelvlies of binnenoor dusdanig beschadigen dat tinnitus kan ontstaan. Tinnitus is het horen van geluid (oorsuizen) zonder dat een geluidbron aanwezig is. Een langdurige hoge geluidbelasting is slechts een van de mogelijke oorzaken van tinnitus. Op grond van een aantal grootschalige studies wordt tegenwoordig aangenomen dat 70 dB(A) een veilige waarde voor langdurige blootstelling over 24 uur is (Peeters 2007).

De geluidbelasting als gevolg van een treinpassage zal voor omwonenden geen risico op gehoorschade met zich meebrengen.

#### **In het kort**

Naast hinder en slaapverstoring veroorzaakt geluid ook andere gezondheidseffecten. Langdurige blootstelling aan geluid kan leiden tot hart- en vaatziekten en slechtere leerprestaties van kinderen. Hard geluid kan bovendien gehoorschade veroorzaken.

Er is geen risico op gehoorschade door de HSL. Over de invloed van railverkeergeluid op hart- en vaatziekten en leerprestaties van kinderen is nog onvoldoende bekend. In relatie tot het geluid afkomstig van de HSL kan over deze effecten geen uitspraak worden gedaan.

# Hoofdstuk 5: Discussie en conclusie

## 5.1 Discussie en conclusie

De precieze invloed van de eigenschappen van het HSL-geluid, zoals piekbelasting en stijgsnelheden, van de HSL op de gezondheidseffecten is nog onvoldoende bekend. Voor het berekenen van de hinder en slaapverstoring zijn voor de HSL geen specifieke blootstelling-responsrelaties beschikbaar. De beschikbare relatie voor (normaal) railverkeer is gebruikt, aangevuld met de relatie voor wegverkeer. De berekeningen van de hinder en slaapverstoring moeten in deze situatie als een globale indicatie worden beschouwd. De werkelijk ervaren hinder kan hier van afwijken, als gevolg van de invloed van de piekbelasting en stijgsnelheden. Bovendien is bekend dat de blootstelling-responsrelatie vaak een onderschatting geeft van de feitelijke hinder. In hoeverre de relatie van wegverkeer in deze situatie de werkelijkheid benadert is niet bekend, maar de relatie van (normaal) railverkeer geeft waarschijnlijk een onderschatting.

### *Hinder*

De blootstelling-responsrelaties zijn goed te gebruiken om scenario's met elkaar te vergelijken. Hieruit blijkt dat de grootste verschillen te zien zijn bij de eerstelijnsbebouwing. Uit de vergelijking van de verschillende scenario's blijkt dat in de situatie tot nu toe (die het meest overeenkomt met scenario 1 en 2) bij de eerstelijnsbebouwing de milieugezondheidskwaliteit, in relatie tot ernstige hinder, voor een groot deel hetzelfde is als de voorspelde situatie in het Tracébesluit. Dit terwijl het Tracébesluit de eindsituatie weer zou moeten geven met volledig gebruik van de spoorlijn.

In de door de DCMR voorspelde eindsituatie is de milieugezondheidskwaliteit bij de eerstelijnsbebouwing slechter dan volgens het Tracébesluit te verwachten is. Zelfs in de best case benadering van scenario 4b. Volgens het Tracébesluit is de verwachte milieugezondheidskwaliteit in de eindsituatie namelijk 'goed' tot 'vrij matig' (ernstige hinder van 2,1 tot 5,8%), terwijl het scenario van de DCMR in het voordeligste geval uitkomt op een milieugezondheidskwaliteit van 'vrij matig' tot 'onvoldoende' (ernstige hinder van 4,7 tot 10,3%).

### *Slaapverstoring*

In de door de DCMR voorspelde eindsituatie is de milieugezondheidskwaliteit, in relatie tot ernstige slaapverstoring, bij de eerstelijns bebouwing slechter dan in de situatie tot nu toe, dat wil zeggen scenario 1 en 2. In scenario 1 en 2 is de milieugezondheidskwaliteit 'zeer goed' tot 'vrij matig' (ernstige slaapverstoring van 1,8 tot 3,9%), terwijl het eindscenario 4 van de DCMR in het



voordeligste geval uitkomt op een milieugezondheidskwaliteit van 'vrij matig' tot 'ruim onvoldoende' (ernstige hinder van 3,2 tot 6,4%).

#### *Niet-akoestische factoren*

De komst van de HSL kan gezien worden als een abrupte verandering in geluidbelasting voor de omwonenden; er is geen sprake van een bestaande situatie die verergert, maar van een nieuwe geluidbelasting in een voorheen rustige situatie. Voordat de HSL in Lansingerland werd aangelegd was wat railverkeer betreft wel de verbinding tussen Rotterdam en Den Haag aanwezig, waar momenteel de Randstadrail over rijdt, maar het invloedsgebied en de aard van de geluidbelasting hiervan is anders dan die van de HSL. Van zo'n abrupte verandering in geluidbelasting is bekend dat de ervaren hinder vaak groter is dan de modellen voorspellen. Vaak treedt er ook weinig tot geen gewenning op (Brown 2009). Bovendien kunnen ook de niet-akoestische factoren, zoals de verwachting voor de toekomst en de beheersbaarheid, (gezien de situatie) een negatief effect hebben op de hinderbeleving. Afwezigheid van een voordeel kan een negatief effect hebben op de hinderbeleving. Omwonenden hebben geen duidelijk profijt van de HSL. Terwijl bij een traditioneel spoor er meestal een station in de buurt is, is dat bij de HSL niet het geval.

Om een goede relatie te kunnen leggen tussen de geluidbelasting van een HSL en de verwachte gezondheidseffecten zou meer onderzoek gedaan moeten worden op grotere schaal. De vakliteratuur is op dit moment niet eenduidig. De inschatting van de gezondheidseffecten blijft hierdoor aan discussie onderhevig. Het meten van hinder door middel van belevingsonderzoeken (vragenlijstonderzoek) is beter dan het berekenen van hinder door middel van modellen. Alleen zijn modellen voor een toekomstige situatie de enige mogelijkheid om een inschatting te maken van de te verwachten effecten.

Concluderend kan gezegd worden dat, op basis van de berekeningen met de meetresultaten van het DCMR onderzoek, de HSL in de toekomst meer ernstige hinder, slaapverstoring en mogelijk ook andere gezondheidseffecten zal veroorzaken bij een deel van de omwonenden dan op basis van het Tracébesluit te verwachten was. Dit is enerzijds te verklaren met de hogere gemeten geluidbelasting. Anderzijds is het te verklaren met de eigenschappen van het HSL geluid, omdat er aanwijzingen zijn dat dit als hinderlijker wordt ervaren dan normaal railverkeer.

Vanzelfsprekend zijn bronmaatregelen, gevolgd door overdrachtsmaatregelen, het meest effectief om geluidbelasting te verlagen en zodoende gezondheidseffecten te beperken. Hinder is ook te beïnvloeden door maatregelen te treffen op het gebied van niet-akoestische factoren. Een van deze factoren is een goede, open communicatie, zodat mensen weten waar ze aan toe zijn.

# Literatuur

- Berglund B, Lindvall T, Schwalbe DH. Guidelines for community noise, Geneva, World Health Organization, 1999
- Brown AL, Kamp I van. Response to a change in transport noise exposure: a review of evidence of a change effect. *J Acoust Soc Am*, 125(5):3018-29, 2009
- DCMR Milieudienst Rijnmond. Akoestisch leefklimaat na realisatie HSL, Schiedam, 1999
- DCMR Milieudienst Rijnmond. Advisering inzake onderzoek geluid HSL, Schiedam, 2009
- DCMR Milieudienst Rijnmond. Geluidmetingen HSL in Lansingerland – Geluidbelastingen vanwege het treinverkeer op de hogesnelheidslijn, gemeten ter plaats van woningen. Schiedam, 2010
- GGD Nederland. Gezondheidseffectscreening Stad & Milieu 2008 – Handboek voor een gezonde inrichting van de woonomgeving, Utrecht, 2008
- Gezondheidsraad. Over de invloed van geluid op de slaap en de gezondheid, publicatie nr. 2004/14, Den Haag, 2004
- Kempen EEMM van, Staatsen BAM, Kamp I van. Selection and evaluation of exposure-effectrelationships in the field of noise and health, RIVM rapport 630400001/2005, Bilthoven, 2005
- Kempen EEMM, Kamp I van, Stellato RK, Houthuijs DJM, Fischer PH. Het effect van geluid van vlieg- en wegverkeer op cognitie, hinderbeleving en de bloeddruk van basisschoolkinderen, RIVM rapport 441520021, Bilthoven, 2005a
- Miedema HME. Beoordeling van piekniveau's in de woonomgeving, TNO, 1999
- Miedema HME, Oudshoorn CGM. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals, *Environmental Health Perspectives*; 109: 409-16, 2001
- Miedema HME, Passchier-Vermeer W, Vos H. Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance. TNO INRO 2002-59, Delft, 2003
- Peeters E (redactie). Handboek Binnenmilieu GGD Nederland, Rotterdam, 2007
- RIVM website, Nationaal Kompas, [www.nationaalkompas.nl](http://www.nationaalkompas.nl), geraadpleegd juni 2010
- World Health Organization (WHO). Constitution of the World Health Organization, Basic Documents, 45th edition, Supplement, oktober 2006
- Woudenberg F, Peerenboom RJM, Hofman WF, Kamp I van. Geluid en gezondheid, Praktijkreeks geluid en omgeving, SDU Uitgevers, Den Haag, 2006

## Bijlage 1 – Blootstelling-responsrelaties

Op basis van de gegevens van een groot aantal nationale en internationale vragenlijstonderzoeken zijn voor de bronnen vliegverkeer, wegverkeer en railverkeer relaties afgeleid tussen de geluidbelasting en de mate van ervaren hinder. In deze onderzoeken werd de hinder vastgesteld met vragenlijsten bij volwassenen. De geluidbelasting werd buiten aan de meest belaste gevel berekend. De relaties gelden dus alleen in woonomstandigheden (Miedema 2001).

Er zijn relaties afgeleid voor het percentage licht gehinderden (LA), gehinderden (A) en het percentage ernstig gehinderden (HA):

Wegverkeer:

$$\%LA = -6.235 \cdot 10^{-4} (L_{den}-32)^3 + 5.509 \cdot 10^{-2} (L_{den}-32)^2 + 0.6693 (L_{den}-32)$$

$$\%A = 1.795 \cdot 10^{-4} (L_{den}-37)^3 + 2.110 \cdot 10^{-2} (L_{den}-37)^2 + 0.5353 (L_{den}-37)$$

$$\%HA = 9.868 \cdot 10^{-4} (L_{den}-42)^3 - 1.436 \cdot 10^{-2} (L_{den}-42)^2 + 0.5118 (L_{den}-42)$$

Railverkeer:

$$\%LA = -3.229 \cdot 10^{-4} (L_{den}-32)^3 + 4.871 \cdot 10^{-2} (L_{den}-32)^2 + 0.1673 (L_{den}-32)$$

$$\%A = 4.538 \cdot 10^{-4} (L_{den}-37)^3 + 9.482 \cdot 10^{-3} (L_{den}-37)^2 + 0.2129 (L_{den}-37)$$

$$\%HA = 7.239 \cdot 10^{-4} (L_{den}-42)^3 - 7.851 \cdot 10^{-3} (L_{den}-42)^2 + 0.1695 (L_{den}-42)$$

### *Beperkingen*

De blootstellings-responsrelaties kennen een aantal beperkingen:

- De relaties zijn alleen te gebruiken in lange termijn "steady state" situaties.
- De relaties zijn alleen geschikt op een groot geografisch niveau. Bij gebruik voor lokale situaties kunnen de afwijkingen aanzienlijk zijn.
- De relaties zijn ontwikkeld voor volwassenen, alhoewel er aanwijzingen zijn dat ze ook voor kinderen toepasbaar zijn.

De slaapverstoring is voor weg- en railverkeer berekend aan de hand van voorlopige relaties tussen geluidbelasting en slaapverstoring voor volwassenen (Miedema 2003). De relaties geven het percentage licht slaapverstoorden (LSD), slaapverstoorden (SD) en ernstig slaapverstoorden (HSD) als functie van de geluidbelasting 's nachts ( $L_{night}$ ) aan de meest belaste gevel.

Wegverkeer:

$$\% \text{ LSD} = -8.4 + 0.16L_{\text{night}} + 0.01081L_{\text{night}}^2$$

$$\% \text{ SD} = 13.8 - 0.85L_{\text{night}} + 0.01670L_{\text{night}}^2$$

$$\% \text{ HSD} = 20.8 - 1.05L_{\text{night}} + 0.01486L_{\text{night}}^2$$

Railverkeer:

$$\% \text{ LSD} = 4.7 - 0.31L_{\text{night}} + 0.01125L_{\text{night}}^2$$

$$\% \text{ SD} = 12.5 - 0.66L_{\text{night}} + 0.01121L_{\text{night}}^2$$

$$\% \text{ HSD} = 11.3 - 0.55L_{\text{night}} + 0.00759L_{\text{night}}^2$$

## Bijlage 2 – Berekende hinder per meetlocatie

In onderstaande tabellen staan per scenario de geluidbelasting ( $L_{den}$ ) op basis van de metingen van de DCMR en het bijbehorende berekende percentage ernstig gehinderden per meetlocatie en voor de eerstelijnsbebouwing en bebouwing op afstand. Daarnaast is het percentage ernstig gehinderden behorend bij de waarden uit de Wet Geluidhinder (Wgh) en het Tracébesluit (Tb) weergegeven. Om de hinder te kunnen berekenen voor de geluidnormen uit het Tb is de generieke benadering  $L_{etmaal} - 2 = L_{den}$  gehanteerd.

Tabel 2A: Scenario 1

Meetpunt	Wgh ( $L_{den}$ )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	Tb ( $L_{den}$ )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	DCMR metingen ( $L_{den}$ )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)
Saffier	55	2,5	6,4	54	2,2	5,8	52	1,6	4,7
Bachplein				53	1,9	5,2	52	1,6	4,7
Berkelseweg				51	1,4	4,2	54	2,2	5,8
Parkzoom 1				55	2,5	6,4	59	4,2	9,4
Kwelderplantsoen				55	2,5	6,4	50	1,2	3,7
Anthuriumweg				62	6,0	12,4	57	3,2	7,8
Robijn				54	2,2	5,8	50	1,2	3,7
Parkzoom 2				60	4,7	10,3	58	3,7	8,6
Wildersekade				55	2,5	6,4	50	1,2	3,7
Pollux				55	2,5	6,4	42	0	0
Beeldmakersdreef				55	2,5	6,4	35	0	0
Anjertuin				55	2,5	6,4	41	0	0
Eerstelijns				-	-	-	54	2,2	5,8
Op afstand	-	-	-	55	2,5	6,4	39	0	0

Tabel 2B: Scenario 2

Meetpunt	Wgh (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	Tb (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	DCMR metingen (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)
Saffier	55	2,5	6,4	54	2,2	5,8	53	1,9	5,2
Bachplein				53	1,9	5,2	53	1,9	5,2
Berkelseweg				51	1,4	4,2	55	2,5	6,4
Parkzoom 1				55	2,5	6,4	61	5,4	11,3
Kwelderplantsoen				55	2,5	6,4	55	2,5	6,4
Anthuriumweg				62	6,0	12,4	59	4,2	9,4
Robijn				54	2,2	5,8	52	1,6	4,7
Parkzoom 2				60	4,7	10,3	57	3,2	7,8
Wildersekade				55	2,5	6,4	52	1,6	4,7
Pollux				55	2,5	6,4	43	0,2	0,5
Beeldmakersdreef				55	2,5	6,4	36	0	0
Anjertuin				55	2,5	6,4	43	0,2	0,5
Eerstelijns				-	-	-	54	2,2	5,8
Op afstand	-	-	-	55	2,5	6,4	41	0	0

Tabel 2C: Scenario 3

Meetpunt	Wgh (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	Tb (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	DCMR metingen (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)
Saffier	55	2,5	6,4	54	2,2	5,8	53	1,9	5,2
Bachplein				53	1,9	5,2	53	1,9	5,2
Berkelseweg				51	1,4	4,2	55	2,5	6,4
Parkzoom 1				55	2,5	6,4	60	4,7	10,3
Kwelderplantsoen				55	2,5	6,4	54	2,2	5,8
Anthuriumweg				62	6,0	12,4	58	3,7	8,6
Robijn				54	2,2	5,8	51	1,4	4,2
Parkzoom 2				60	4,7	10,3	56	2,8	7,1
Wildersekade				55	2,5	6,4	51	1,4	4,2
Pollux				55	2,5	6,4	43	0,2	0,5
Beeldmakersdreef				55	2,5	6,4	36	0	0
Anjertuin				55	2,5	6,4	43	0,2	0,5
Eerstelijns				-	-	-	54	2,2	5,8
Op afstand	-	-	-	55	2,5	6,4	41	0	0

Tabel 2D: Scenario 4a

Meetpunt	Wgh (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	Tb (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	DCMR metingen (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)
Saffier	55	2,5	6,4	54	2,2	5,8	60	4,7	10,3
Bachplein				53	1,9	5,2	59	4,1	9,4
Berkelseweg				51	1,4	4,2	63	6,8	13,6
Parkzoom 1				55	2,5	6,4	65	8,6	16,2
Kwelderplantsoen				55	2,5	6,4	66	9,6	17,7
Anthuriumweg				62	6,0	12,4	64	7,6	14,8
Robijn				54	2,2	5,8	60	4,7	10,3
Parkzoom 2				60	4,7	10,3	65	8,6	16,2
Wildersekade				55	2,5	6,4	56	2,8	7,1
Pollux				55	2,5	6,4	52	1,6	4,7
Beeldmakersdreef				55	2,5	6,4	45	0,5	1,4
Anjertuin				55	2,5	6,4	52	1,6	4,7
Eerstelijns				-	-	-	54	2,2	5,8
Op afstand	-	-	-	55	2,5	6,4	50	1,2	3,7

Tabel 2E: Scenario 4b

Meetpunt	Wgh (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	Tb (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)	DCMR metingen (L <sub>der</sub> )	% ernstig gehinderd (rail)	% ernstig gehinderd (weg)
Saffier	55	2,5	6,4	54	2,2	5,8	57	3,2	7,8
Bachplein				53	1,9	5,2	57	3,2	7,8
Berkelseweg				51	1,4	4,2	60	4,7	10,3
Parkzoom 1				55	2,5	6,4	63	6,8	13,6
Kwelderplantsoen				55	2,5	6,4	63	6,8	13,6
Anthuriumweg				62	6,0	12,4	62	6,0	12,4
Robijn				54	2,2	5,8	58	3,7	8,6
Parkzoom 2				60	4,7	10,3	62	6,0	12,4
Wildersekade				55	2,5	6,4	54	2,2	5,8
Pollux				55	2,5	6,4	50	1,2	3,7
Beeldmakersdreef				55	2,5	6,4	42	0	0
Anjertuin				55	2,5	6,4	50	1,2	3,7
Eerstelijns				-	-	-	54	2,2	5,8
Op afstand	-	-	-	55	2,5	6,4	47	0,7	2,3

## Bijlage 3 – Berekende slaapverstoring per locatie

In onderstaande tabellen staan per scenario de geluidbelasting ( $L_{\text{night}}$ ) op basis van de metingen van de DCMR en het bijbehorende berekende percentage ernstig slaapverstoorden per meetlocatie en voor de eerstelijnsbebouwing en bebouwing op afstand.

Tabel 3A: scenario 1

Meetpunt	DCMR metingen ( $L_{\text{night}}$ )	% ernstig slaapverstoord (rail)	% ernstig slaapverstoord (weg)
Saffier	41	1,5	2,7
Bachplein	41	1,5	2,7
Berkelseweg	43	1,7	3,1
Parkzoom 1	49	2,6	5,0
Kwelderplantsoen	47	2,2	4,3
Anthuriumweg	47	2,2	4,3
Robijn	40	1,4	2,6
Parkzoom 2	45	1,9	3,6
Wildersekade	39	1,4	2,5
Pollux	31	0	0
Beeldmakersdreef	24	0	0
Anjertuin	31	0	0
Eerstelijns	44	1,8	3,4
Op afstand	29	0	0

Tabel 3B: scenario 2

Meetpunt	DCMR metingen ( $L_{\text{night}}$ )	% ernstig slaapverstoord (rail)	% ernstig slaapverstoord (weg)
Saffier	42	1,6	2,9
Bachplein	42	1,6	2,9
Berkelseweg	45	1,9	3,6
Parkzoom 1	50	2,8	5,4
Kwelderplantsoen	49	2,6	5,0
Anthuriumweg	48	2,4	4,6
Robijn	41	1,5	2,7
Parkzoom 2	46	2,1	3,9
Wildersekade	41	1,5	2,7
Pollux	33	0	0
Beeldmakersdreef	25	0	0
Anjertuin	32	0	0
Eerstelijns	46	2,1	3,9
Op afstand	30	0	0



Tabel 3C: scenario 3

Meetpunt	DCMR metingen ( $L_{right}$ )	% ernstig slaapverstoord (rail)	% ernstig slaapverstoord (weg)
Saffier	42	1,6	2,9
Bachplein	42	1,6	2,9
Berkelseweg	44	1,5	3,7
Parkzoom 1	49	2,6	5,0
Kwelderplantsoen	48	2,4	4,6
Anthuriumweg	47	2,2	4,3
Robijn	40	1,4	2,6
Parkzoom 2	45	1,9	3,6
Wildersekade	40	1,4	2,6
Pollux	32	0	0
Beeldmakersdreef	25	0	0
Anjertuin	31	0	0
Eerstelijns	45	1,9	3,6
Op afstand	29	0	0

Tabel 3D: scenario 4a

Meetpunt	DCMR metingen ( $L_{right}$ )	% ernstig slaapverstoord (rail)	% ernstig slaapverstoord (weg)
Saffier	52	3,2	6,4
Bachplein	51	3,0	5,9
Berkelseweg	55	4,0	8,0
Parkzoom 1	57	4,6	9,2
Kwelderplantsoen	58	4,9	9,9
Anthuriumweg	56	4,3	8,6
Robijn	53	3,5	6,9
Parkzoom 2	57	4,6	9,2
Wildersekade	49	2,6	5,0
Pollux	44	1,5	3,7
Beeldmakersdreef	37	1,3	2,3
Anjertuin	45	1,9	3,6
Eerstelijns	55	4,0	8,0
Op afstand	42	1,6	2,9

Tabel 3E: scenario 4b

Meetpunt	DCMR metingen (L <sub>night</sub> )	% ernstig slaapverstoord (rail)	% ernstig slaapverstoord (weg)
Saffier	49	2,6	5,0
Bachplein	48	2,4	4,6
Berkelseweg	52	3,2	6,4
Parkzoom 1	54	3,7	7,4
Kwelderplantsoen	55	4,0	8,0
Anthuriumweg	53	3,5	6,9
Robijn	49	2,6	5,0
Parkzoom 2	54	3,7	7,4
Wildersekade	45	1,9	3,6
Pollux	41	1,5	2,7
Beeldmakersdreef	34	0	0
Anjertuin	41	1,5	2,7
Eerstelijns	52	3,2	6,4
Op afstand	39	1,4	2,5

**Colofon**

GGD Rotterdam-Rijnmond

Bezoekadres: Schiedamsedijk 95  
3011 EN Rotterdam

Tekst: R.L.H. Kerkhoff  
Cluster Milieu & Hygiëne

Datum: September 2010