



## Factsheet Trillingen van het Spoor<sup>1</sup>

A. van Leeuwenhoeklaan 9  
3721 MA Bilthoven  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
www.rivm.nl  
KvK Utrecht 30276683

Ons kenmerk	Expertise Centrum Geluid Kennisvraag M/240039/17/TR
Contactpersoon	Irene van Kamp Centrum voor Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid   RIVM

T 030 274 91 11  
F 030 274 29 71  
info@rivm.nl

**Datum**  
6 december 2017

**Behandeld door**  
Irene van Kamp  
Irene.van.Kamp@rivm.nl

### Perceptie en waarnemingen van trillingen

Treinverkeer en andere transportmiddelen en installaties kunnen trillingen in gebouwen veroorzaken. Trillingsbronnen oefenen een kracht uit op bijvoorbeeld de rails of de standplaats, waardoor trillingen ontstaan. Deze trillingen kunnen zich verspreiden door bijvoorbeeld de bodem en beton, maar ook door water. Dit is een complex proces en is afhankelijk van het type golf, de snelheid, richting, demping, reflectie en overdracht. Het vereist vaak een ingewikkelde wiskundige berekening om te bepalen in welke mate mensen eraan blootgesteld worden.

Net als bij geluid kunnen mensen trillingen als onplezierig en/of storend ervaren. Geluid is een prikkel buiten het lichaam, waaraan je kunt ontsnappen door bijvoorbeeld naar een rustige kamer te gaan, of door de ramen te sluiten. Dit is anders bij trillingen. Omdat trillingen in het lichaam gevoeld worden, hebben mensen vaak het gevoel dat ze er niet aan kunnen ontsnappen.

Trillingen worden gevoeld wanneer het menselijke lichaam in contact komt met een trillend oppervlak. Als je niet weet waar de trillingen vandaan komen, wordt dat als meer bedreigend ervaren.

### Trillingen van treinen

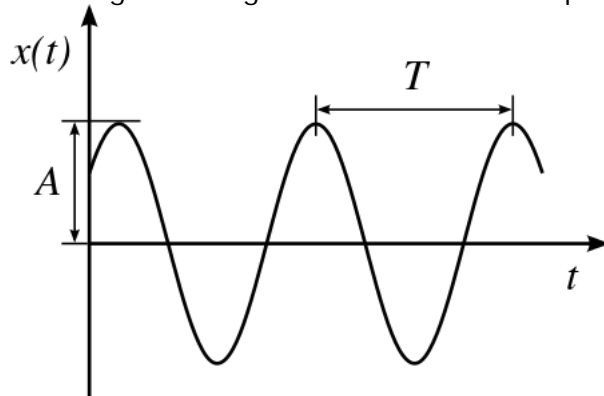
Hoewel er in Nederland al jaren klachten zijn over trillingen van treinen, was in het verleden nog onvoldoende onderzocht welke effecten trillingen door treinen hebben op de gezondheid van omwonenden en bij wie die zich voordoen. Om daar meer inzicht in te krijgen heeft het RIVM tussen 2013 en 2015 een overzicht gemaakt van de bestaande, internationale wetenschappelijke literatuur (Van Kempen et al., 2014). Daarnaast hebben 4927 mensen die binnen 300 meter van het spoor wonen (Van Kamp et al, 2015) een vragenlijst ingevuld.

### Wat zijn trillingen

Een trilling is een slingerende beweging. De maximale uitwijking van de beweging wordt amplitude (A) genoemd. De tijdsduur van één slingering heet de periodetijd (T). De beweging kan worden uitgedrukt als een versnelling (m/s<sup>2</sup>), als een snelheid (mm/s) of als een verplaatsing (in

<sup>1</sup> Met bijdragen van Dolf de Gruijter, Elise van Kempen, Oscar Breugelmans, Ric van Poll van het RIVM en Arnold Koopman van Level Acoustics & Vibration (TU Eindhoven).

millimeters). Trillingen bevatten specifieke frequenties. De frequentie is het aantal dat plaatsvinden per seconde. Naast de amplitude moet ook rekening worden gehouden met deze frequenties.



Figuur 1: Harmonische trilling:  $A$  = amplitude,  $T$  = periode

Omdat het menselijk lichaam reageert op zowel de sterkte (de amplitude, bijvoorbeeld in mm/s) als de frequenties van de trillingen, worden de bijdragen van trillingen met verschillende frequenties anders berekend.

### Hoe meten we trillingen

Trillingen van treinen worden uitgedrukt in verschillende trillingsmaten, zoals  $V_{\max}$ , RMS,  $V_{\text{per}}$  en afstand (link naar bijlage voor uitleg).

In Nederland worden voor de bepaling van aan treinen gerelateerde hinder en schade de  $V_{\max}$  en de  $V_{\text{per}}$  gehanteerd. In het Europese project CargoVibes is vastgesteld dat de hinder beter wordt voorspeld door maten die rekening houden met de sterkte en duur van de trilling, zoals de Root Mean Square (zie bijlage 1).

In stabiele situaties, oftewel zonder veranderingen in het type, het aantal treinen, het tijdstip waarop ze rijden, hangen de verschillende trillingsmaten overigens heel sterk met elkaar samen.

### Soorten trillingen

Trillingen kunnen een kortdurend en een continu of langdurig karakter hebben:

- *Kortdurende trillingen* zijn trillingen met een kortdurend (maximaal enkele seconden) karakter, die incidenteel voorkomen. Voorbeelden: explosies.
- *Herhaalde trillingen* zijn trillingen die regelmatig voorkomen (eens per week of vaker), niet te lang duren (maximaal enkele minuten) en worden afgewisseld met veel langere periodes van rust. Vooral trillingen van weg- en railverkeer worden hieronder geschaard.
- *Continue trillingen* zijn trillingen die langer dan enkele minuten duren en/of waarvan de duur van de rustperiodes in de orde ligt van de duur van de trillingen. Voorbeelden zijn machines die dagelijks gedurende 15 minuten of langer aan een stuk actief zijn. Een ander voorbeeld is het, gedurende een bouwperiode van een week of langer, intrillen van damwanden.

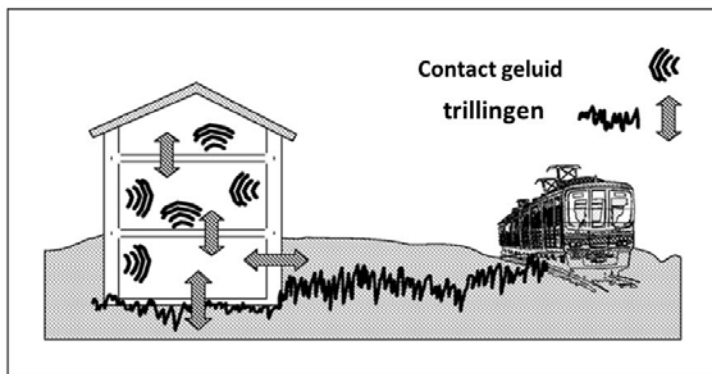
Zowel bij herhaalde als continue trillingen zal er sprake zijn van stationaire (constante amplitude) of van niet-stationaire trillingen.

**Datum**  
6 december 2017

### Waarneming van trillingen

Of mensen trillingen waarnemen hangt af van:

- de sterkte van de trilling,
- de frequentie van de trilling,
- de richting van de trilling,
- waar op het lichaam de trilling ervaren wordt,
- lichaamshouding.



Mensen kunnen de trillingen waarnemen door fysiek contact met het gebouw, maar ook doordat ze de trillingen horen: het zogenoemde constructiegeluid. Een voorbeeld van dat constructiegeluid is het 'gerommel' van een metropassage. Ook kan vaak indirect geluid optreden: gerommel van kopjes, schilderijen, ramen en deuren.

### Wettelijke regels over trillingen

De enige wettelijke regelingen in Nederland op het gebied van trillingen in de woonomgeving zijn het Activiteitenbesluit Milieubeheer en het Bouwbesluit. Het Activiteitenbesluit stelt in artikel 2.23 eisen aan trillingen veroorzaakt door een inrichting en verwijst daarbij naar SBR richtlijn B. Stations en rangeerterreinen vallen daaronder, doorgaand spoor niet. Het Bouwbesluit regelt in artikel 8.4 dat bij bouw- en sloopactiviteiten rekening wordt gehouden met trillinghinder en verwijst daarbij ook naar SBR richtlijn B.<sup>2</sup> In Europa bestaat er, voor zover bekend, alleen in Noorwegen en Zwitserland een wettelijke regeling. In de Noorse Pollution Control Act zijn trillingen meegenomen in de Environmental Law in Norway (Bugge, 2011). De Zwitserse wet is primair bedoeld om mensen in gebouwen te beschermen tegen trillinghinder (Meloni et al, 2010).

Op Europees niveau zijn alleen de normen voor blootstelling in de werksituatie wettelijk bepaald. De minimum gezondheids- en veiligheidseisen voor werksituaties zijn vastgelegd in EU-richtlijnen (*directive* 2002/44/EC en *Directive* 89/391/EEC). Er wordt hierbij

<sup>2</sup> SBR- richtlijn A: Schade aan gebouwen; SBR- richtlijn B: Hinder voor personen in gebouwen; SBR- richtlijn C: Storing aan apparatuur

uitgegaan van een 8-urige werkdag. In de EU-richtlijnen zijn ook de verplichtingen voor werkgevers duidelijk omschreven.

**Datum**  
6 december 2017

### **Beleidsregel trillinghinder spoor**

De Beleidsregel trillinghinder spoor (hierna: Bts) is in werking getreden met ingang van 19 april 2012 (Stcrt. 2012, 7532) en gewijzigd in 2014 (Stcrt. 2014, 8251). De Bts heeft tot doel vast te stellen op welke wijze omgegaan wordt met enkele aspecten van trillinghinder bij de vaststelling van een tracébesluit tot aanleg, wijziging of hernieuwde ingebruikneming van een landelijke spoorweg als bedoeld in de Tracéwet. Een specifieke beleidsregel voor het meten en beoordelen van trillinghinder voor personen in gebouwen als gevolg van railverkeer ontbrak. In de praktijk werd gebruik gemaakt van de SBR-richtlijn B.

### **SBR-trillingsrichtlijn B**

Deze richtlijn is door de Stichting Bouwresearch opgesteld voor het meten en beoordelen van hinder voor personen in gebouwen. SBR-richtlijn B is niet speciaal met het oog op trillingen ten gevolge van railverkeer opgesteld, maar kent wel een paragraaf die daarover bepalingen bevat. Het ontbreken van wetgeving op het gebied van trillingen in de woonomgeving, bijvoorbeeld voor doorgaand spoor staat een goede ruimtelijke ordening niet in de weg. De SBR-trillingsrichtlijn B kan hierbij ondersteunen. Deze richtlijn is gebaseerd op zogenoemde waarnemingscurven. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen een waarnemingsdrempel en een hinderdrempel. De waarnemingsdrempel is het niveau waarbij 50 procent van de bevolking de trilling waarneemt. De hinderdrempel verwijst naar het niveau waarop mensen trillingen als hinderlijk ervaren. Het is niet duidelijk en niet wetenschappelijk aangetoond of deze drempels ook van toepassing zijn op de perceptie en beleving van trillingen in de woonomgeving.

Voor verdere details zie:

<https://www.infomil.nl/onderwerpen/ruimte/milieuthema/tril/>

### **Effecten van trillingen van treinen**

Internationaal onderzoek naar effecten van trillingen van treinen is vooral gericht op hinder, slaapverstoring en verstoring van andere activiteiten, zoals concentratie, luisteren, tv kijken, praten met gezin of vrienden (Peris et al, 2014; Van Kempen et al, 2013)

[http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2013/juli/Gezondheidseffecten\\_van\\_trillingen\\_door\\_treinen\\_Een\\_review](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2013/juli/Gezondheidseffecten_van_trillingen_door_treinen_Een_review)

Andere gezondheidseffecten die met trillingen in verband worden gebracht, zijn vermoeidheid, verminderde taakprestatie, bewegingsziekte en lichamelijke klachten. Lange termijn gezondheidseffecten zijn niet of onvoldoende onderzocht.

Onderzoek langs het spoor in 2013 (van Kamp et al, 2014) had tot doel meer te weten te komen over de samenhang tussen de blootstelling aan trillingen door treinen en het effect daarvan op hinder en slaapverstoring in Nederland.

[http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2015/februari/Wonen langs het spoor Gezondheidseffecten van trillingen door treinen](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2015/februari/Wonen_langs_het_spoor_Gezondheidseffecten_van_trillingen_door_treinen).

**Datum**  
6 december 2017

Het onderliggende rapport geeft een landelijk beeld van de hinder door goederen- en passagierstreinen die mensen wonend langs het spoor in Nederland zelf rapporteren. De resultaten zijn alleen bedoeld om op populatieniveau uitspraken te doen: op basis hiervan kunnen geen conclusies worden getrokken over individuele trajecten, woningen of mensen.

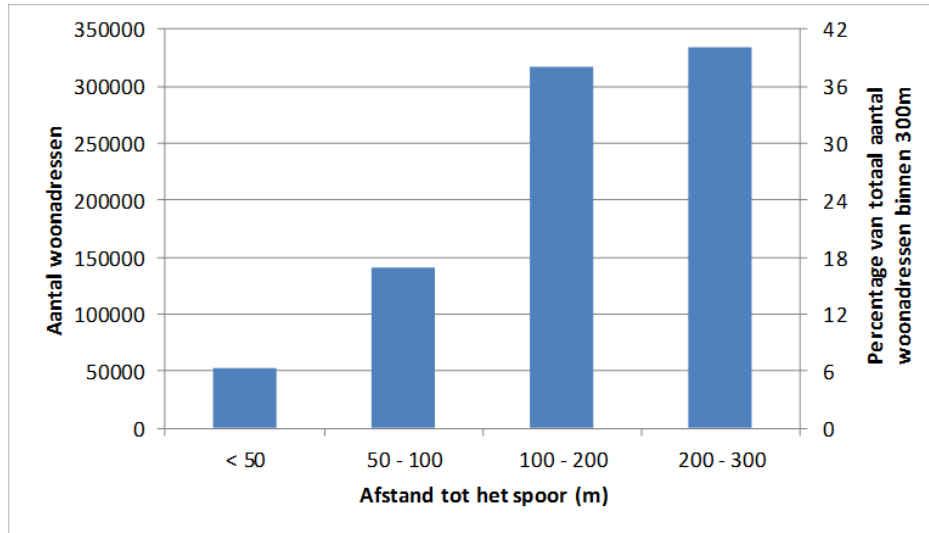
Op basis van de resultaten (van Kamp et al, 2014) wordt geschat dat 20 procent van mensen van 16 jaar en ouder die in Nederland binnen 300 meter van het spoor wonen ernstige hinder ondervindt van trillingen door treinen. Het percentage mensen dat ernstig in de slaap wordt verstoord door trillingen van treinen wordt geschat op ongeveer 16 procent. Er is een duidelijke samenhang met de geschatte trillingsterkte: hoe hoger de blootstelling, des te meer mensen met ernstige hinder er zijn. Wel moet bij de interpretatie en toepassing van de gevonden blootstelling-effect-relaties het nodige voorbehoud gemaakt worden, omdat: 1) de blootstelling is geschat met behulp van deels standaardwaarden en deels lokale kentallen, 2) er mogelijk sprake is van een selectieve non-respons onder de deelnemers – vooral de gehinderden hebben meegedaan –, 3) en het feit dat we te maken hebben met een veranderingssituatie: op sommige trajecten zijn meer treinen gepland.

Goederentreinen zijn veelal de belangrijkste oorzaak van trillinghinder en slaapverstoring. Er worden geen directe effecten van trillingen gevonden op de ervaren gezondheid en medicijngebruik. Uit geluidonderzoek weten we dat ernstige hinder en slaapverstoring (op chronische basis) samenhangen met ernstigere en lange termijn gezondheidseffecten zoals hart- en vaatziekten, een toename van medicijngebruik en (on)welbevinden.

Voor trillingen is nog onbekend wat de lange termijn gezondheidseffecten zijn, maar we verwachten dat de gezondheidseffecten vergelijkbaar zijn met die van geluid. Meer onderzoek is nodig om dit vast te stellen.

### **Aan welke niveaus zijn mensen die hinder ondervinden blootgesteld en op welke afstand van het spoor wonen zij?**

Figuur 2 laat het aantal woonadressen in Nederland zien op 300 en minder meter van het spoor in 2013.

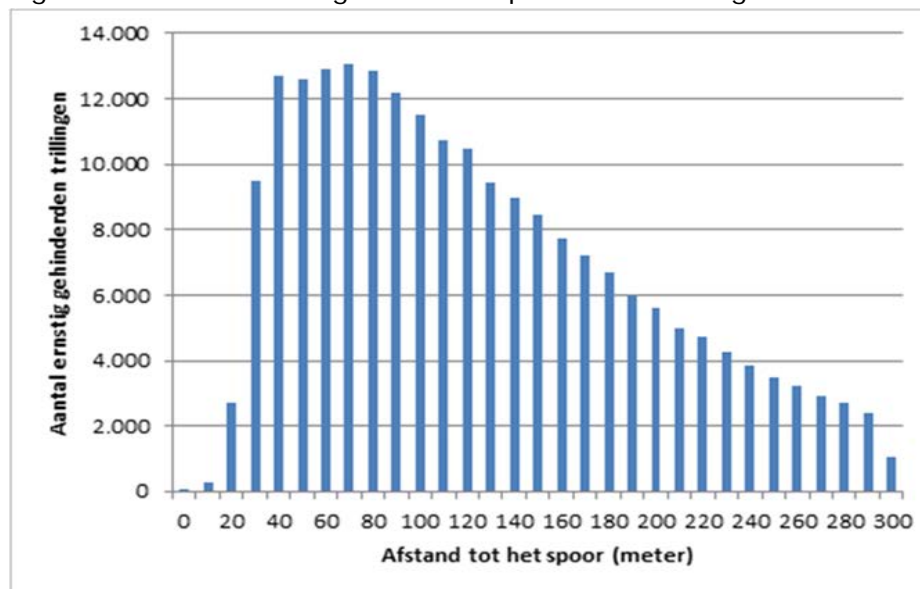


Datum  
6 december 2017

Figuur 2: Aantal woningen per afstand van het spoor (Basisregistraties Adressen en Gebouwen).

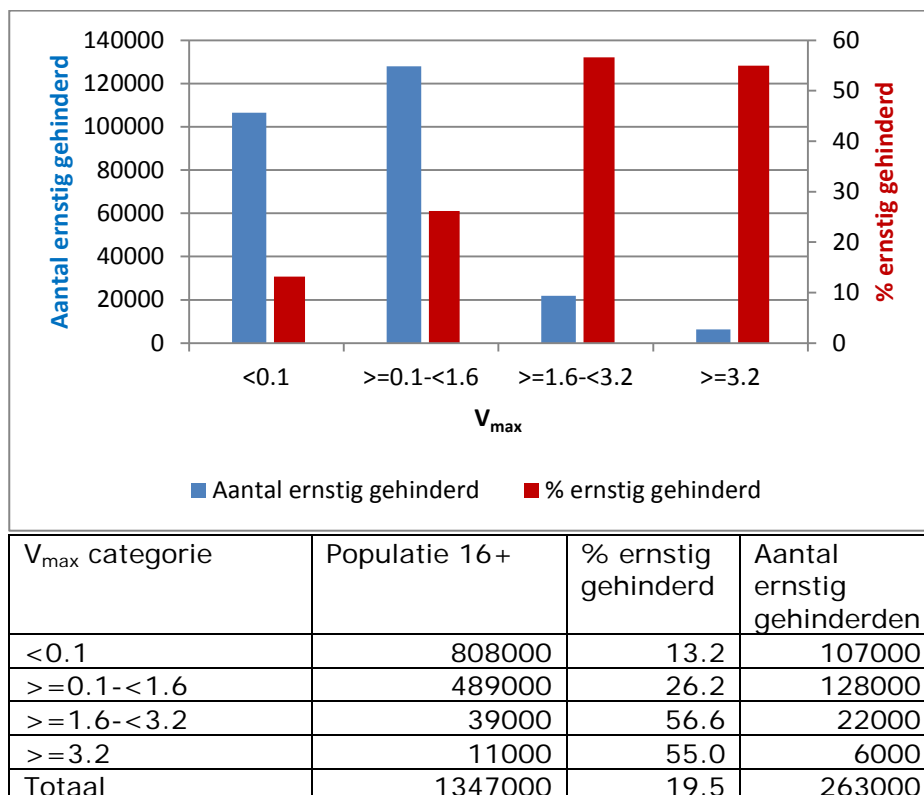
Ongeveer 40 procent van de woningen ligt op 200 en 300 meter van het spoor ligt, 35 procent tussen 100-200 meter en 23 procent tussen 50-100 meter.

Figuur 3 laat het aantal gehinderden per afstandscategorie zien.



Figuur 3 Aantal ernstig gehinderden per blootstellingsklassen op basis van afstand.

Resultaten van onderzoek hebben laten zien dat de meeste gehinderden wonen op 40 tot 110 meter van het spoor (300.000 mensen van 16 jaar en ouder). Op kleine afstand van het spoor is de kans op ernstige hinder weliswaar veel groter, maar het aantal mensen dat aan deze kans blootgesteld wordt, is veel kleiner.



Figuur 4: Aantal en percentage ernstig gehinderden per blootstellingscategorie (uitgedrukt in  $V_{max}$ ).

De meeste ernstig gehinderden wonen binnen de 0,1-1,6 mm/s  $V_{max}$ -grens (128.000 mensen van 16 jaar en ouder). Niveaus van 1,6-3,2 mm/s worden geschat bij iets meer dan 20.000 mensen. De kans op ernstig hinder bij deze groep is zeer hoog met 57 procent. Niveaus boven de 3,2 mm/s  $V_{max}$  komen in Nederland nauwelijks voor. Het betreft ontoelaatbare niveaus volgens de Bts.

Schade aan gebouwen vanwege trillingen van treinverkeer zal in de meeste gevallen pas ontstaan bij nog veel hogere waarden dan 3,2 mm/s.

### Welke factoren zijn behalve trillingen van invloed op hinder en slaapverstoring?

Net als bij geluidhinder, is aangetoond dat hinder door trillingen van treinverkeer mede veroorzaakt wordt door andere factoren: zogenoemde niet-akoestische of niet aan trillingen gerelateerde factoren. Deze factoren kunnen als volgt onderverdeeld worden:

1. Demografische en (sociaal-)economische factoren, bijvoorbeeld leeftijd, geslacht of inkomen;
2. Persoonlijke factoren, bijvoorbeeld angst voor de bron, geluid- en trillinggevoeligheid;
3. Contextuele factoren, bijvoorbeeld verwachting over toekomstig geluid, media aandacht, aantrekkelijkheid van de buurt, hoeveelheid groen.

4. Situationele factoren, bijvoorbeeld frequentie van trillinggebeurtenissen.

**Datum**  
6 december 2017

### **Demografische factoren**

Uit het Nederlandse onderzoek en internationale studies blijkt dat, evenals bij geluid, de invloed van demografische factoren op hinder door trillingen gering is. Een uitzondering is huizenbezit: mensen met een koopwoning rapporteerden vaker ernstige hinder. Bij slaapverstoring spelen demografische kenmerken zoals geslacht en leeftijd wel een rol.

### **Sociale en persoonlijke factoren**

De belangrijkste voorspellers van hinder binnen deze categorie zijn angst voor schade aan de woning, houding ten aanzien van het spoorbeleid en verwachtingen over toekomstige niveaus en acceptatie van de trillingen (Van Kamp et al, 2014; Peris et al). 2014). In het Europees onderzoek (Peris et al, 2014) is naar voren gekomen dat er meer mensen bezorgd waren over schade aan hun woning door trillingen als zij meer werden blootgesteld aan trillingen door treinverkeer. Ook is gebleken dat mensen die vonden dat goederentreinen milieuvriendelijk en noodzakelijk waren, minder hinder rapporteerden.

### **Situationele factoren**

Onder de situationele factoren vallen aspecten als duur van de blootstelling (lengte van treinen), geluid, het aantal trilling gebeurtenissen (*events*), type treinen, het tijdstip van de blootstelling en bouwtechnische aspecten. De gevonden verbanden in onderzoek in Nederland en elders (van Kempen et al, 2013) tussen de blootstelling aan trillingen van de treinen en de gerapporteerde hinder en slaapverstoring worden niet verklaard door het geluid van treinverkeer.

Hogesnelheidstreinen en goederentreinen worden als hinderlijker ervaren dan reizigerstreinen. Of de hinder door goederentreinen te maken heeft met fysieke verschillen ten opzichte van reizigerstreinen (type vering etc.) of met het tijdstip waarop ze rijden (vaker 's nachts), dan wel met de lengte van de treinen en gerelateerde duur van de passages, kan op basis van bestaande onderzoeksresultaten niet gezegd worden.

Ook de constructie van de woning is van belang. Uit Zweeds onderzoek bleek dat mensen in huizen met een houten constructie meer hinder door trillingen ondervonden dan mensen die in huizen met een betonnen constructie woonden. Ook ondervonden mensen in een villa of rijtjeshuis meer hinder door trillingen van de treinen dan mensen die in een flatgebouw woonden.

Andere factoren die uit nationaal en internationaal onderzoek (van Kempen et al, 2013) naar voren zijn gekomen als belangrijke determinanten van hinder: uitzicht op spoorlijn, waarnemen van het geluid van de treinen en gerammel van voorwerpen in huis, maar de resultaten zijn niet eenduidig.

Onderzoek dat na 2013 gepubliceerd is laat zien dat er in de wetenschappelijke literatuur groeiend aandacht is voor het probleem. Het



aantal publicaties is sindsdien met 65 artikelen uitgebreid. De conclusies over effecten waren vergelijkbaar met die uit internationaal onderzoek tot 2014 en de studie in Nederland (Van Kamp, et al 2014).

**Datum**  
6 december 2017

## Bronnen

**Datum**  
6 december 2017

Beleidsregel trillinghinder spoor Bts, ministerie van Infrastructuur en Milieu, Staatscourant, 18 april 2012, nr. 7532.

Bugge HC, Environmental Law in Norway. Wolters & Kluwe, 2011,

De Gruijter D, Koopman A, Verheijen E, Lentzen S, Boshuizen H, Bolte J (2017) Een uniform rekenmodel voor spoortrillingen 2016: Ontwikkelingsmogelijkheden RIVM Rapport 2016-0209.

[http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/Maart/Een\\_uniform\\_rekenmodel\\_voor\\_spoortrillingen\\_2016\\_Ontwikkelingsmogelijkheden](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/Maart/Een_uniform_rekenmodel_voor_spoortrillingen_2016_Ontwikkelingsmogelijkheden)

Janssen S, Koopman A, Hinderspecificatie ten behoeve van de Beleidsregel Trillinghinder Spoor (Bts). 2014, TNO.

Janssen SA, Vos H, Koopman A, Deliverable D1.2 - Exposure-response relationships and factors influencing these relationships. 2013, CargoVibes.

Kempen, E van et al. Gezondheidseffecten van trillingen door treinen Een review RIVM rapport 630650004/2013.

Kamp I van, van Kempen EEMM, van Wijnen HJ, Verheijen E, Istamto T, Breugelmans ORP, Dirven EM, Koopman A (2014) Wonen langs het spoor: Gezondheidseffecten van trillingen door treinen Health effects of vibration due to trains RIVM Rapport 2014-0096  
[http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:274411&type=org&disposition=inline&ns\\_nc=1](http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:274411&type=org&disposition=inline&ns_nc=1)

Meloni T, New Swiss legislation to protect persons from vibrations and structure-borne noise. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 2010. 29(3): p. 189-196.

Ministerie van VROM, Handreiking industrielawaai en vergunningverlening, 2004, ministerie van VROM: Den Haag.

Stichting Bouwresearch (SBR), Trilling: meet- en beoordelingsrichtlijnen, deel B – Hinder voor personen in gebouwen, 2002, SBR.

Peris E, J Woodcock, G Sica, C Sharp, AT Moorhouse, DC Waddington (2014) Effect of situational, attitudinal and demographic factors on railway vibration annoyance in residential areas. The Journal of the Acoustical Society of America 135 (1), 194-204.

**Opdrachtgever**

Deze factsheet is opgesteld in opdracht van de afdeling Lucht en Geluid van de Directie Klimaat, Lucht en Geluid van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) in het kader van het Expertise Centrum Geluid Kennisvraag M/240039/17/TR en bedoeld om GGD'en, gemeenten en andere geïnteresseerden te informeren.

**Datum**

6 december 2017

**Bijlage 1: Verklarende woordenlijst**

**Datum**  
6 december 2017

<b>Bts</b>	Beleidsregel trillinghinder spoor
<b>Hertz</b>	Dit is een eenheid voor de frequentie van geluid en trillingen: het aantal variaties per seconde. De frequentie bepaalt ook de toonhoogte.
<b>Laagfrequent geluid ("LFG")</b>	Geluid in het voor mensen laagst hoorbare frequentiegebied. Laagfrequent geluid is geluid met frequenties tussen 4 Hz en 100 Hz.
<b>RMS</b>	In het algemeen betekent RMS de root-mean-square middeling van een fluctuerend signaal. In deze context is met RMS of $V_{RMS}$ een blootstellingsmaat bedoeld voor frequentie gewogen trillingen, (vaak een gemiddelde) over langere periodes of om de omvang van trilling gebeurtenissen ( <i>events</i> ) uit te drukken. Deze blootstellingsmaat wordt vooral gebruikt bij continue trillingen.
<b>RMS24uur</b>	RMS-blootstellingsmaat over een beoordelingstijd van 24 uur.
<b>SBR-B</b>	Meet- en beoordelingsrichtlijn van de Stichting Bouwresearch. Deze richtlijn (geen wetgeving) geeft een aanzet hoe klachten over trilling te objectiveren, waarbij wordt aangestuurd op overleg tussen de betrokken partijen om maatregelen te overwegen en te beoordelen of de hinder acceptabel is of niet.
<b>VDV</b>	Vibration Dose Value. Dit is een cumulatieve blootstellingsmaat voor trillingen over een specifieke beoordelingsperiode (in $m/s^{1,75}$ ). Deze blootstellingsmaat wordt vooral gebruikt als de trillingen onregelmatig voorkomen. Niet in gebruik in Nederland.
<b>VDVb, 23:00-7:00</b>	VDV-waarde tijdens de nachtperiode.
<b>VDVb,24hr</b>	VDV-waarde over een beoordelingstijd van 24 uur.
<b><math>V_{max}</math></b>	De hoogste effectieve trillingssterkte gedurende de beoordelingsperiode.
<b><math>V_{eff}</math></b>	De effectieve trillingssterkte. Dit is de trillingssnelheid gewogen naar frequentie en gemiddeld over de tijd zodanig dat deze representatief is voor de menselijke perceptie (zoals het A-gewogen geluidniveau dat is voor geluidperceptie).
<b><math>V_{per}</math></b>	Een gemiddelde effectieve trillingssterkte gedurende een Beoordelingsperiode.
<b><math>V_{w95}</math></b>	Blootstellingsmaat (in mm/s) die in Noorwegen wordt gebruikt. Het geeft het 95-percentiel van de trillingsgebeurtenissen die maatgevend worden geacht. Niet in gebruik in Nederland