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

Herhaalmeting Wonen langs het Spoor

RIVM-rapport 2021-0103
I. van Kamp et al.

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

Herhaalmeting Wonen langs het Spoor

RIVM-rapport 2021-0103

Colofon

© RIVM 2021
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.

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van haar producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook www.rivm.nl/toegankelijkheid.

DOI 10.21945/RIVM-2021-0103

I. van Kamp (projectcoördinator, auteur), RIVM
E.E.M.M. van Kempen (coauteur), RIVM
S.N. Simon (coauteur), RIVM
N. Mabaja (coauteur), RIVM
E. Verheijen (coauteur), dBvision
H. van Wijnen (GIS), RIVM

Contact:
Irene van Kamp,
Milieukwaliteit en Gezondheid
irene.van.kamp@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van IenW/DGMI/DLCE.

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

Publiekssamenvatting

Herhaalmeting wonen langs het spoor (2013-2019)

Het RIVM heeft in 2019 onderzocht hoe mensen die tot 300 meter van het spoor wonen, trillingen door treinen ervaren. De resultaten daarvan zijn vergeleken met die van 2013, om te kijken hoe gezondheidseffecten zich in deze periode ontwikkelden.

Net als in 2013 ervaart ruim 40 procent van de omwonenden ernstige hinder en 32 procent ernstige slaapverstoring door goederentreinen. Dit percentage is hoog maar stabiel gebleven. Het percentage ernstige hinder door reizigerstreinen is laag, maar in de onderzochte periode wel verdubbeld (van 8 naar 20 procent). Dat geldt ook voor het percentage ernstige slaapverstoring (van 6 naar 11 procent). De oorzaak hiervan is niet duidelijk. Landelijk gezien zijn de trillingsniveaus van reizigerstreinen hetzelfde gebleven. De verwachtingen van omwonenden over de trillingsniveaus in de toekomst zijn in 2019 zelfs iets positiever dan in 2013. Duiding van deze bevindingen moet gezocht worden in lokale omstandigheden en bieden op dat schaalniveau mogelijk aanknopingspunten voor het beleid.

In het onderzoek is ook gevraagd naar andere factoren die van invloed zijn op het woonplezier in de buurt van het spoor. Omwonenden zijn over het algemeen in 2019 even tevreden over hun woonomgeving als in 2013. Over sommige zaken, zoals de buurt, het geluid van buren en wegverkeer en het beschikbare groen, en trillingen van andere bronnen dan treinen, zijn ze iets negatiever geworden.

Verder bleven de slaapkwaliteit, medicijngebruik en lichamelijke klachten die niet door een ziekte kunnen worden verklaard, bij de onderzochte groep hetzelfde. Het aantal mensen dat hun gezondheid als goed tot zeer goed beoordeelt, is wel iets gedaald. Dit komt doordat de deelnemers tussen 2013 en 2019 zes jaar ouder zijn geworden. Naarmate mensen ouder worden, ervaren zij hun gezondheid doorgaans als iets minder goed. Dit onderzoek is in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) gedaan. De resultaten vormen een eerste aanzet voor verdere ontwikkeling van beleid en eventuele regelgeving over trillingen van het spoor. Een volgende meting staat gepland voor eind 2021, met als belangrijkste doel om relaties te bepalen tussen trillingen van treinen en hinder en slaapverstoring.

Kernwoorden: trillingen, railverkeer, regelgeving, gezondheid, welzijn

Synopsis

Repeated measurement Living along the railroad track (2013-2019)

In 2019, RIVM investigated how people who live within 300 meters of railways experience vibration due to trains. The results of this study were compared with measurements performed in 2013 to determine how the related health effects had developed in this period.

As was the case in 2013, more than 40% of respondents experienced high annoyance and 32% had high sleep disturbance, due to freight trains. This percentage is high but remained stable in the period under review. The percentage of respondents who experienced high annoyance due to passenger trains is low, but doubled (from 8 to 20%) in the period under review. This also applies to the percentage experiencing severe sleep disturbance (from 6 to 11%). The cause is not clear. From a national point of view, the levels of vibration caused by passenger trains remained the same. Surprisingly, in 2019, the expectations of those living in the vicinity of railways regarding the levels of vibration in the future were slightly more positive that in 2013. Explanations for these differences should be sought for in local circumstances and might provide anchor points at that scale level for policy.

During the study, respondents were also asked whether any other factors affect their quality-of-life in the vicinity of the railway. In general, they were just as satisfied with their living environment in 2019 as they had been in 2013. They have, however, become a little more negative about some matters, such as the neighbourhood, the noise made by neighbours and road traffic, the available green space and vibration from sources other than trains.

Apart from these aspects, the sleep quality, medication use and physical symptoms that could not be attributed to any specific disease were the same among the group surveyed. The number of people who assessed their health as ‘good’ to ‘very good’ decreased marginally. This is because the participants were six years older in 2019 than in 2013. The older people become, the less healthy they usually perceive themselves to be.

This research was commissioned by the Ministry of Infrastructure and Water Management (IenW). The results are the first step in further development of policy, and possibly also regulations, on railway vibration. The next measurements are scheduled for late 2021, the most important objective being to determine the relationship between vibration caused by trains and annoyance and sleep disturbance in those living in the vicinity.

Keywords: vibration, rail traffic, guidelines, health, wellbeing

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 13
1.1 Aanleiding en doel — 13
1.2 Vraagstelling — 14
1.3 Leeswijzer — 14

2 Stand van de kennis — 17
2.1 Achtergrond — 17
2.2 Nieuw rekenmodel voor trillingen — 18

3 Materiaal en methode — 21
3.1 Onderzoeksopzet WLhS — 21
3.2 Onderzoeksgebied en selectie van adressen — 22
3.3 De vragenlijst — 22
3.4 Veldwerk — 23
3.5 Kenmerken van de onderzoekspopulatie — 25
3.5.1 Algemene kenmerken — 25
3.6 De modellering van de blootstelling aan trillingen — 27
3.6.1 Bepaling van de trillingssterkte — 27
3.6.2 Kenmerken van het spoor — 29

4 Resultaten — 33
4.1 Inleiding — 33
4.1.1 Leeswijzer — 33
4.2 Wat is de blootstelling aan trillingen in 2013 en 2019? — 33
4.2.1 Veranderingen 2013 en 2019 — 33
4.3 Wat is de beleving van de woonomgeving in 2013 en 2019? — 36
4.3.1 Tevredenheid — 36
4.3.2 Verwachtingen — 36
4.4 Hoe wordt de gezondheid ervaren en wat was het medicijngebruik in 2013 en 2019? — 37
4.4.1 Zelf-gerapporteerde gezondheid — 37
4.5 Wat is de omvang van ernstige hinder in 2013 en 2019? — 38
4.6 Wat is de omvang van ernstige slaapverstoring door trillingen in 2013 en 2019? — 40
4.7 Zijn de veranderingen in hinder te verklaren door een verandering in blootstelling? — 41
4.7.1 Verandering van prevalenties ernstige hinder door treinverkeer in 2019 ten opzichte van 2013 — 41
4.7.2 De rol van verandering in blootstelling — 42
4.8 Is de verandering in ernstige slaapverstoring te verklaren door een verandering in blootstelling? — 44
4.8.1 Verandering in prevalentie ernstige slaapverstoring door treinverkeer in 2019 ten opzichte van 2013 — 44
4.8.2 De rol van verandering in blootstelling — 45
4.9 Zijn de veranderingen in hinder en slaap te verklaren door een verandering in sociale en persoonlijke factoren? — 47
4.9.1 Sociale en persoonlijke factoren in samenhang met verandering in blootstelling — 49

4.9.2 Veranderingen in ernstige hinder en slaapverstoring in relatie tot veranderingen in houding, verwachtingen en acceptatie — 50

5 Conclusies en aanbevelingen — 53
5.1 Hoofdconclusies — 53
5.2 Sterke en zwakke kanten van de herhaalmeting — 54
5.3 Aanknopingspunten voor het beleid en vervolg — 54

Dankwoord — 57

Referenties — 59

Bijlage 1. Verklarende Woordenlijst en Afkortingen — 61

Bijlage 2. Vragenlijst Herhaalmeting Wonen langs het Spoor — 63

Bijlage 3. Vragen opgenomen in deze rapportage — 78

Bijlage 4. Rekenvoorbeeld percentage ernstig gehinderd — 80

Bijlage 5. Tabel van absolute verandering in blootstelling — 81

Bijlage 6. Analyse van de verandering in ernstige hinder en slaapverstoring — 83

Bijlage 7. Rekenmodel voor trillingen — 84

Bijlage 8. Statistische procedures — 87

Samenvatting

Doel en aanleiding
In een brief aan de Tweede Kamer betreffende de effecten van de uitbreiding van het spoornetwerk in 2018 en 2019 heeft staatssecretaris Van Veldhoven van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) toezeggingen gedaan (#29 984[1]) voor het doen uitvoeren van een grootschalig landelijk vragenlijstonderzoek bij omwonenden om de ervaren hinder en slaapverstoring te inventariseren. In overleg met IenW is deze opdracht aan RIVM vertaald in twee deelonderzoeken: 1) Een herhaalmeting naar effecten van trillingen van treinen onder mensen die in 2013 deelnamen aan het onderzoek 'Wonen Langs het Spoor' (WLhS), en 2) Een meting in een nieuwe steekproef van mensen van zestien jaar en ouder wonend op maximaal 300 meter van het spoor, gestratificeerd op afstand en bouwjaar van de woning van de deelnemers. In dit rapport worden de resultaten beschreven van de herhaalmeting (deelonderzoek 1) van de mensen van zestien jaar en ouder wonend op maximaal 300 meter van het spoor die in 2013 hebben deelgenomen aan het onderzoek WLhS. Het primaire doel van deze herhaalmeting is het monitoren van hinder en ervaren gezondheid om na te gaan hoe de reacties op trillingen van treinen, in termen van hinder, slaapverstoring, gezondheidsklachten en medicijngebruik, zich ontwikkeld hebben in de periode van 2013-2019. Deze veranderingen zijn vervolgens gerelateerd aan wat bekend is over veranderingen in de trillingsniveaus, en veranderingen in verwachtingen en attitudes van omwonenden in diezelfde periode.

Vraagstelling
Het rapport behandelt de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat is de blootstelling aan trillingen van treinen in 2013 en 2019?
2. Wat is (i) de beleving van de woonomgeving; (ii) de beoordeling van eigen gezondheid; (iii) zelfgerapporteerd medicijngebruik; (iv) de omvang van ernstige hinder door trillingen van treinen en (v) de omvang van ernstige slaapverstoring door trillingen van treinen, bij deelnemers aan een onderzoek in 2019?
3. Hoe verhouden deze uitkomsten zich tot wat gemeten werd bij dezelfde mensen in 2013?
4. Zijn de resultaten en eventuele veranderingen daarin te verklaren door (i) een verandering in blootstelling aan trillingen van treinverkeer; (ii) een verandering in persoonlijke en sociale factoren; (iii) andere veranderingen.

Bij de beantwoording van deze vragen is niet alleen gebruikgemaakt van de gegevens uit het vragenlijstonderzoek in 2013 en in 2019 van deelnemers die deelnamen aan beide onderzoeken, maar ook van de gemodelleerde blootstellingsgegevens toen en nu aan de hand van het nieuwe Uniform Rekenmodel Spoortrillingen (Kok, et al., 2021, in voorbereiding).

[1] https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-29984-849.html

Methode
Het vragenlijstonderzoek werd uitgevoerd in het najaar van 2019 onder bijna 3.421 van de 4.927 (69%) personen die in 2013 deelnamen aan de survey en aangaven dat zij opnieuw voor onderzoek benaderd mochten worden. In 2013 is een eerste meting uitgevoerd onder een representatieve streekproef van personen van zestien jaar en ouder die tot 300 meter van een spoorlijn in Nederland wonen. In totaal waren er 4.927 respondenten bij dat onderzoek. Van deze groep hadden 3.421 personen aangegeven dat zij opnieuw voor onderzoek benaderd mochten worden. Het vragenlijstonderzoek van 2019 vond plaats onder deze 3.421 personen. Doel van het vragenlijstonderzoek in 2013 was om een landelijk beeld te geven van de effecten van trillingen en geluid van omwonenden langs het spoor. De herhaalmeting in 2019 heeft als primair doel om na te gaan hoe de situatie zich langs het spoor ontwikkeld heeft sinds de meting in 2013 in termen van hinder en gezondheidseffecten en na te gaan hoe eventuele veranderingen hierin samenhangen met veranderingen in trillingsniveaus, houdingen en verwachtingen. In tegenstelling tot 2013 wordt dus niet gestreefd naar een representatieve steekproef en generalisatie (via weging) van de bevindingen naar de totale populatie, maar worden respondenten met zichzelf vergeleken. Hierbij proberen we inzicht te krijgen in de vraag of de hinder en slaapverstoring door trillingen sinds 2013 zijn afgenomen, toegenomen of gelijk gebleven en wat de oorzaken zijn van een eventuele verandering.

Deelnemers
In totaal hebben 1.349 personen (40%) een vragenlijst ingevuld. Een vergelijking van de deelnemers en niet-deelnemers laat zien dat er mogelijk sprake is van een lichte mate van onbedoelde selectie op grond van ernstige hinder door trillingen. Het percentage deelnemers dat binnen 50 meter van het spoor woont, is in 2019 eveneens hoger ten opzichte van 2013. We zien geen onbedoelde selectie op grond van houding ten aanzien van het beleid en geplande uitbreiding, of woontevredenheid zoals gemeten in 2013. Zoals verwacht bij een herhaalmeting is de gemiddelde leeftijd iets gestegen ten opzichte van 2013, verder zijn de deelnemers relatief hoog opgeleid en doen er iets meer mannen dan vrouwen mee aan het onderzoek. Bij de analyses wordt gecorrigeerd voor deze kenmerken.

Trends in effecten
Sinds 2013 is het percentage ernstige hinder en ernstige slaapverstoring van trillingen door het totale treinverkeer gemiddeld gelijk gebleven (45% en 30%). Hoewel goederentreinen de hoogste percentages hinder (43%) en slaapverstoring (32%) opleveren, zijn de percentages stabiel in de tijd. Voor reizigerstreinen is er wel een stijging waarneembaar van 8% naar 20% voor ernstige hinder en van bijna 6% naar 11% voor slaap. Ook zien we een toename in het percentage ernstige hinder door trillingen van wegverkeer, bouwactiviteiten, industrie en buren. Over het algemeen is de woontevredenheid met 93% (tevreden tot zeer tevreden) gelijk gebleven, is men iets positiever geworden over te verwachten trillingen van treinen, maar negatiever over geluid van buren en wegverkeer, en het beschikbare groen in de buurt. Op basis van schattingen van de trillingen op de adressen van deelnemers die in 2013 en 2019 deelnamen aan de meting aan de hand van het OURS-

model, zien we bij 33% van de deelnemers een toename in de trillingsniveaus van het totale treinverkeer en bij 40% een afname ten opzichte van 2013. Specifiek voor reizigerstreinen zien we een toename van de trillingsniveaus bij 40% van de deelnemers en een afname bij 27% van de deelnemers. Voor goederentreinen gaat het om een toename bij 33% van de deelnemers en om een afname bij 37%. In gezondheidsklachten, slaapkwaliteit en medicijngebruik zijn geen veranderingen gemeten ten opzichte van 2013. De lichte afname in ervaren gezondheid is een leeftijdseffect. Met het stijgen van de leeftijd wordt de gezondheid doorgaans als iets minder goed ervaren.

Verklaring voor veranderingen in hinder en slaapverstoring[2]
De netto toename van de trillingsniveaus van reizigerstreinen levert geen verklaring op voor de toename in het percentage ernstige hinder en slaapverstoring voor reizigerstreinen.
Gemiddeld genomen zijn er geen veranderingen geconstateerd in houding, verwachtingen en acceptatie. Omdat we mensen met zichzelf vergelijken, kunnen er op individueel niveau wel degelijk verschuivingen optreden. Deze verklaren alleen de verandering (toename of afname) in hinder en slaapverstoring van goederentreinen. De hinder nam het meest toe bij deelnemers die in 2013 neutraal of positief waren (over beleid, groei en toekomstig trillingsniveau) en hoog scoorden op acceptatie en in 2019 negatief op deze aspecten. Slaapverstoring nam het meest toe bij mensen die op beide meetmomenten negatief waren over deze aspecten. Deze toename wordt nauwelijks beïnvloed door factoren als geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid en geluidbelasting en trillingsniveaus in 2013.

Conclusies en betekenis voor beleid
Met onder andere het onderzoek Wonen langs het Spoor in 2013 is het onderwerp van effecten van trillingen van treinen in Nederland op de 'beleidsagenda' geplaatst. De resultaten van deze herhaalmeting laten zien dat een aanzienlijk aantal deelnemers nog steeds ernstige hinder en slaapverstoring ervaren. Landelijk gezien zijn de trillingsniveaus van reizigerstreinen hetzelfde gebleven en de houding ten aanzien van trillingen en het beleid, en verwachtingen van omwonenden over de trillingsniveaus in de toekomst zijn gelijk gebleven of in 2019 zelfs iets positiever dan in 2013. Het kan zijn dat de situatie lokaal verschilt en mensen lokaal meer hinder en slaapverstoring ervaren dan uit het landelijke beeld blijkt. Dit zou nader onderzocht moeten worden, om duiding te geven aan de gevonden verschillen.

In 2021 staat een vervolgmeting gepland op een nieuwe steekproef van zestien jaar en oudere omwonenden van het spoor op maximum 300 meter. Bij deze meting zullen ook de deelnemers uit 2019 opnieuw worden meegenomen, naast een nieuwe groep. Het doel van deze vervolgmeting is in de eerste plaats het afleiden van blootstelling-effectrelaties voor hinder en slaapverstoring. Dit kan dienen als basis voor verdere beleidsontwikkeling en eventuele regelgeving ten aanzien van trillingen van het spoor.

[2] Als we hier spreken over verandering kan het gaan over een toename of afname.

Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In een brief over de effecten van de uitbreiding van het spoornetwerk in 2018 en 2019 heeft staatssecretaris Van Veldhoven van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) de Kamer geïnformeerd over het plan van aanpak (#29 984 3) om tot een nieuw beleid te komen voor trillingen door het spoor. Dit plan wordt nader toegelicht in de 'Stand van zaken beleidsintensivering Spoortrillingen (2019)'. Hierin doet de staatssecretaris toezeggingen voor het doen uitvoeren van een grootschalig landelijk vragenlijstonderzoek bij omwonenden om de omvang van de ervaren hinder en slaapverstoring door trillingen van het spoor te inventariseren. Op basis van data die zijn verzameld met behulp van dit vragenlijstonderzoek kunnen blootstelling-effectrelaties worden opgesteld. Daarmee kunnen afwegingen gemaakt worden over welke trillingsniveaus maatschappelijk aanvaardbaar zijn. Hierbij wordt gezocht naar een balans tussen de belangen van omwonenden en het belang van vervoer over het spoor.

RIVM werd gevraagd dit onderzoek uit te voeren en in overleg met IenW is deze opdracht vertaald in twee deelonderzoeken: 1) Een herhaalmeting onder mensen die in 2013 hebben deelgenomen aan het onderzoek 'Wonen Langs het Spoor' (WLhS), en 2) Een meting in een nieuwe steekproef van mensen van zestien jaar en ouder, wonend op maximaal 300 meter van het spoor, evenals in 2013 gestratificeerd op afstand en bouwjaar van de woning van de deelnemers. Omdat dit een vervolg is op de eerdere meting die in 2013 heeft plaatsgevonden, zal deze meting worden aangeduid als de vervolgmeting.

In dit rapport worden de resultaten beschreven van de herhaalmeting (deelonderzoek 1) onder de mensen die in 2013 hebben deelgenomen aan het WLhS-onderzoek. Het primaire doel van deze meting is om na te gaan hoe de reacties op trillingen van treinen, in termen van hinder, slaapverstoring, gezondheidsklachten en medicijngebruik, zich in de periode van zes jaar (2013-2019) hebben ontwikkeld. Deze veranderingen zijn vervolgens gerelateerd aan wat bekend is over veranderingen in de trillingsniveaus, en veranderingen in verwachtingen en attitudes.

De panelmethode die hier gebruikt wordt, kan beschouwd worden als een geschikte methode om veranderingen in effecten te relateren aan veranderingen in blootstelling en veranderingen in context, en persoonlijke en situationele factoren. De methode is niet geschikt om als basis te dienen voor blootstelling-effectrelaties (BE-relaties): dit stelt hogere en andere eisen aan de representativiteit van de steekproef. Deze zullen worden afgeleid op basis van de uitgestelde en nu in 2021 geëntameerde vervolgmeting (deelonderzoek 2) onder een nieuwe, representatieve steekproef van mensen van zestien jaar en ouder en wonend op maximaal 300 meter van het spoor.[4]

[3] https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-29984-849.html
[4] Een meting over wonen langs het spoor werd in 2020 niet als voldoende representatief beschouwd in verband met de coronapandemie.

De herhaalmeting werd uitgevoerd in het najaar van 2019 onder 3.421 personen van zestien jaar en ouder die tot 300 meter van een spoorlijn in Nederland wonen, die deelnamen aan het onderzoek in 2013 en aangaven dat zij opnieuw voor onderzoek benaderd mochten worden.[5] Doel van het vragenlijstonderzoek in 2013 was om een landelijk beeld te geven van de effecten van trillingen en geluid bij omwonenden langs het spoor. In de meting van 2019 is dit niet het doel, maar worden respondenten met zichzelf vergeleken. Er wordt niet gestreefd naar een representatieve steekproef en generalisatie (via weging) van de bevindingen naar de totale populatie. Ook worden op basis van de uitkomsten geen uitspraken gedaan over lokale situaties of specifieke tracés.

1.2 Vraagstelling

In dit rapport worden de resultaten beschreven van de in 2019 uitgevoerde herhaalmeting onder mensen (vanaf zestien jaar) woonachtig op maximaal 300 meter van het spoor, die in 2013 al hebben deelgenomen aan het WLhS-onderzoek en die het RIVM toestemming hebben gegeven om hen opnieuw te benaderen voor vervolgonderzoek. Het rapport beperkt zich tot het beschrijven van het percentage ernstige hinder en slaapverstoring, (ervaren) gezondheid en gezondheidsklachten en medicijngebruik en vergelijkt deze met de eerste meting.

De volgende onderzoeksvragen worden behandeld:

- Wat is de blootstelling aan trillingen van treinen in 2013 en 2019?
- Wat is de omvang van (i) ervaren algemene gezondheid, en (ii) zelf gerapporteerde klachten en medicijngebruik; (iii) ernstige hinder door trillingen van treinen; (iv) ernstige slaapverstoring door trillingen van treinen, onder deelnemers van de herhaalmeting?
- Hoe verhouden deze uitkomsten zich tot wat bij deze groep deelnemers gemeten werd in 2013?
- Zijn de resultaten en eventuele veranderingen daarin te verklaren door verandering in blootstelling aan trillingen, en veranderingen in houding en verwachtingen van de omwonenden?

Bij de beantwoording van deze vragen is niet alleen gebruikgemaakt van de gegevens uit de metingen uit 2013 en 2019. De blootstelling van de deelnemers aan trillingen van treinverkeer is voor zowel 2013 als 2019 gemodelleerd met behulp van het OURS-model versie 1.0.2 (Kok, et al., 2021). Veranderingen in effecten op hinder, slaapverstoring en ervaren gezondheid zijn hierbij gerelateerd aan de nieuw geschatte trillingsniveaus van 2013 en 2019 en aan veranderingen in factoren als houding ten aanzien van beleid en uitbreiding railverkeer, acceptatie en verwachtingen over toekomstige trillingsniveaus.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 gaan we kort in op de stand van de (internationale) kennis op het gebied van trillingen van treinen en gezondheidseffecten en op de invloed van factoren anders dan trillingen. In hoofdstuk 3 worden de

[5] Het betreft 3.421 deelnemers in 2013, die aangaven dat zij opnieuw benaderd mochten worden. Onder de huidige AVG-wet is dit toegestaan, mits een disclaimer over gebruik van de gegevens wordt toegevoegd.

onderzoeksopzet en de gebruikte methoden van het vragenlijstonderzoek ‘Wonen langs het spoor’ verantwoord. Aan de orde komen onderzoeksopzet, blootstelling, opbouw van de vragenlijst (voor details zie Bijlage 2) en een samenvatting van de analysemethoden (voor details zie Bijlage 8). Na een omschrijving van het veldwerk worden achtereenvolgens de kenmerken van de deelnemers besproken en worden deze vergeleken met mensen die niet hebben meegedaan aan het onderzoek. Daarna komt de modellering van de blootstelling aan de orde. Hoofdstuk 4 bespreekt de resultaten van het onderzoek, met om te beginnen een schatting van de blootstelling aan trillingen voor de deelnemers aan de metingen in 2019 en 2013. Hierbij wordt ingegaan op de huidige situatie langs het spoor, en op de situatie in 2013. In hoofdstuk 5 worden tot slot de belangrijkste conclusies van het onderzoek beschreven en worden enkele aanbevelingen gedaan voor het beleid.

2 Stand van de kennis

2.1 Achtergrond

In 2011 publiceerde de Europese Commissie de '*Transport White Paper*', waarin treinverkeer als kerncomponent genoemd wordt voor de verduurzaming van het vervoer in Europa. Het doel was om het Europese treinverkeer met 50% uit te breiden, als een verantwoorde keuze om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren en daarmee de gezondheid te bevorderen. Op een meer lokaal niveau kan bij mensen die dicht bij het spoor wonen de toename van het treinverkeer en dan vooral het goederenverkeer 's nachts, de kwaliteit van leven en de gezondheid nadelig beïnvloeden. In Nederland woonden in 2013 zo'n 1.350.000 mensen van zestien jaar en ouder binnen 300 meter van het spoor (van Kamp et al., 2015). Zij hebben de grootste kans blootgesteld te worden aan trillingen van treinen.

In internationale studies naar de effecten van geluid van treinen op gezondheid en welbevinden, zijn aanwijzingen gevonden dat langdurige blootstelling aan geluid van treinen samenhangt met hinder en slaapverstoring. (Guski et al., 2017, Basner en McQuire, 2018). De recent gepubliceerde WHO-reviews over hinder en slaapverstoring door omgevingsgeluid vonden indicaties dat de blootstelling-effectrelaties tussen geluid van treinverkeer en ernstige hinder/slaapverstoring sterker zijn dan die eerder werden gevonden door Miedema en Oudshoorn (2001) (Guski et al., 2017, Basner en McQuire, 2018). De relatie tussen transport-gerelateerd geluid en hinder is hiermee goed gedocumenteerd, maar het effect van trillingen is veel minder vaak onderzocht. In de weinige beschikbare studies werd een associatie aangetoond tussen indicatoren van blootstelling aan trillingen van treinverkeer (gemeten of gemodelleerd) en hinder en slaapverstoring. Over gezondheidseffecten op lange termijn, anders dan hinder, is relatief weinig bekend. Dat was het geval in 2013 en dat is nog steeds zo (Mclachlan et al., 2018). Voor een uitgebreid overzicht verwijzen we naar van Kempen et al. (2013) en de in 2017 gepubliceerde *factsheet* (https://www.rivm.nl/documenten/factsheet-trillingen-van-spoor).

In de internationale literatuur wordt voor goederentreinen systematisch een sterker verband gevonden tussen trillingen en hinder/slaapverstoring dan voor reizigerstreinen (Mclachlan, 2018). Echter, de studieomvang en het ontbreken van een betrouwbaar rekenmodel spoortrillingen beperkten tot nog toe de interpretatie van bevindingen. Ook werden de persoonlijke, situationele en contextuele factoren in de verschillende onderzoeken niet en/of niet op dezelfde wijze meegenomen. Uit eerder onderzoek (Janssen et al., 2013) (van Kamp et al., 2015) met betrekking tot effecten van geluid en/of trillingen van treinen kwam een aantal demografische, contextuele en persoonlijke factoren naar voren, die de relatie tussen trillingen van treinen en effecten zoals hinder en slaapverstoring sterk kunnen beïnvloeden.

2.2 Nieuw rekenmodel voor trillingen

Medio 2020 is het nieuwe rekenmodel voor spoortrillingen (OURS) beschikbaar gekomen (Kok et al., 2021). Dit rekenmodel is ingericht om berekeningen uit te kunnen voeren voor doorgaande treinen op het hoofdspoor. Daarmee kunnen de verwachtingswaarde en bandbreedte van het trillingsniveau worden bepaald op de vloer binnen een gebouw en op de fundering van een gebouw. Als invoer worden gegevens van het treinverkeer gebruikt, evenals gegevens van de spoorconstructie, gegevens van de bodemlagen (op basis van sonderingen) en informatie over een aantal relevante kenmerken van woningen.

Disclaimer Er is gerekend met versie 1.0.2 van het rekenmodel OURS. Deze versie is in het najaar van 2020 ontwikkeld en in januari 2021 uitgebracht. Er loopt nog onderzoek naar verdere verbeteringen van het rekenmodel. Zo lijkt het dat trillingsniveaus momenteel systematisch worden overschat op zachte bodems en onderschat op harde bodems. Voor dit onderzoek, waar er gekeken wordt naar relatieve verschillen, is dit minder van belang. Ook zijn de emissies van enkele treintypes zoals de ICM nu niet goed in het rekenmodel opgenomen. Als correctie is hiervoor gerekend met bronkentallen van de VIRM.

Daarnaast was voor de modellering van de treinen alleen het aantal rekeneenheden, zoals gebruikt voor geluidsberekeningen, beschikbaar. Voor trillingen wordt echter uitgegaan van het aantal treinen. Er is een omrekening gemaakt van aantal (geluids)rekeneenheden naar aantal treinen. Voor deze omrekening is gebruikgemaakt van een (landelijk) gemiddelde lengte van goederen of reizigerstreinen.

Het rekenmodel maakt gebruik van sonderingen uit de Basisregistratie Ondergrond (BRO). Daar waar geen sonderingen beschikbaar zijn, wordt geen resultaat berekend. Het ontbreken van sonderingen komt vaker voor op harde (zandbodems) dan op zachte bodemtypes.

De blootstellingswaarden van de respondenten van de herhaalmeting in 2019 zijn met het nieuwe model (OURS) berekend. Dit is retrospectief ook gedaan voor de situatie in 2013. Daarbij is gebruikgemaakt van verbeterde invoergegevens voor de situatie in 2013. De belangrijkste verschillen in de wijze van schatten van de blootstelling aan trillingen tussen het oude en nieuwe model zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 2.2.1 Verschillen tussen de modellering van trillingen in 2013 (SRMT-model) en 2019 (OURS)[6]

	Onderzoek uit 2013	**Huidig onderzoek**
Rekenmethode blootstelling trillingen	Rekenmodel SRM-T (2009)	Rekenmodel OURS (2020)
Bodemgegevens	Bron: Bodemkaart van Nederland (1:50.000) Bodemtypes: zand, klei, gelaagd en veen. Er wordt één vaste trillingsoverdracht gehanteerd per bodemtype.	Basisregistratie ondergrond (BRO) Bodemmodel (FEM) wordt lokaal opgebouwd door OURS op basis van sonderingsgegevens uit de BRO.
Gegevens treinverkeer	Dienstregeling 2011 (als uitgangspunt voor 2013) Treingegevens per bundel Treintypes: 1 type reizigerstrein en 1 type goederentrein	Dienstregeling 2013 Dienstregeling 2019 Treingegevens per spoor apart Treintypes: diverse types reizigerstreinen en 1 type goederentrein
Gegevens spoorconstructie	1 type (doorgaand spoor)	2 types (doorgaand spoor, wissel)
Gegevens woning	Vloerconstructie: hout, beton Type: woning, flat	Vloerconstructie: hout, beton Type: woning, flat (met verdiepingshoogte)
Blootstellingsmaten (rekenresultaten)	$V_{dir.max}$ (zie uitleg in paragraaf 3.10) RMS $\times$ 1000 (zie paragraaf 3.6)	$V_{dir,max}$ (zie uitleg in paragraaf 0) 3.1 RMS en V_{per} (zie paragraaf 3.6)

Bij de keuze van de te hanteren blootstellingsmaten is in dit onderzoek in de eerste plaats uitgegaan van een maat voor maximale trillingssterktes zoals Vmax en Vper, omdat deze maten vigeren in het huidige beleid. Daarnaast zijn op basis van een tweetal onderzoeken in Nederland en het EU-onderzoek Cargovibes ook afstand en Root Mean Square (RMS) meegenomen in dit onderzoek. (Janssen, Vos en Koopman, 2013) (Janssen, Hofstetter en Koopman, 2013) (Waddington et al., 2018).

[6] Evaluatie van het model wordt elders gerapporteerd (Kok, 2021 in druk).

3 Materiaal en methode

In de volgende paragrafen wordt de werkwijze van de herhaalmeting nader beschreven. Voor een gedetailleerde omschrijving van de meting in 2013 wordt verwezen naar van Kamp et al. (2015) en bijlagen, en de bijlagen in dit rapport. Eerst wordt de onderzoeksopzet beschreven, gevolgd door een verwijzing in paraaf 3.2 naar een beschrijving van de selectie van deelnemers in 2013. Nadat de vragenlijst en het veldwerk is beschreven (3.3 en 3.4) wordt in paragraaf 3.5 een overzicht gegeven van de belangrijkste kenmerken van de deelnemers en worden deze vergeleken met alle deelnemers in 2013 en de mensen die aangaven dat zij opnieuw benaderd mochten worden. Om te bepalen of er sprake is van mogelijk selectieve non-respons worden de respondenten en de non-respondenten met elkaar vergeleken. Paragraaf 3.6, tot slot, gaat nader in op de modellering van de blootstelling aan trillingen.

3.1 Onderzoeksopzet WLhS

Ten behoeve van deze herhaalmeting zijn 3.421 personen uitgenodigd die in 2013 hebben deelgenomen aan het onderzoek 'Wonen langs het spoor' (WLhS) en die aangaven dat we hen opnieuw mochten benaderen (van Kamp et al., 2015). WLhS was een dwarsdoorsnedeonderzoek. Onder personen van zestien jaar en ouder die tot 300 meter van een spoorlijn in Nederland wonen, is in 2013 een steekproef van 16.000 personen getrokken, gestratificeerd op basis van de afstand van de woning tot het spoor, het bouwjaar van de woning en het type bodem waarop de woning was gebouwd. Aanvullend werd bij de trekking van de steekproef rekening gehouden met andere fysiek-contextuele kenmerken, zoals treinintensiteiten en de verhouding tussen het aantal goederen- en reizigerstreinen. Op die manier werd een evenwichtige verdeling van de deelnemers over het hele bereik van de blootstelling aan trillingen door railverkeer nagestreefd en bereikt.

In oktober 2013 werden de 16.000 deelnemers uitgenodigd om een vragenlijst (online of schriftelijk) in te vullen. Daarmee werd informatie verzameld over zowel de waarneming van trillingen door railverkeer, de effecten van de trillingen, als over de mogelijke determinanten daarvan. Uiteindelijk werd de vragenlijst ingevuld door 4.927 deelnemers (respons 29%). Van deze 4.927 deelnemers gaven 3.421 mensen aan dat zij opnieuw benaderd mochten worden bij vervolgonderzoek. Deze 3.421 mensen zijn uitgenodigd voor de herhaalmeting in 2019.

Voor de meeste adressen van de deelnemers aan de herhaalmeting is voor 2013 en 2019 de blootstelling afkomstig van railverkeer over het desbetreffende kalenderjaar vastgesteld aan de hand van het OURS-rekenmodel. Als indicator voor de blootstelling is in de eerste plaats gekozen voor de $V_{dir,max}$ (zie bijlage 1), De $V_{dir,max}$ geeft de maximale trillingssterkte van alle passages gedurende een week. Deze is sterk verwant aan de V_{max} uit de SBR B Stichting Bouwresearch (SBR B, 2002), en de Beleidsregel trillingshinder spoor (Bts, 2014). Het verschil tussen V_{max} en $V_{dir,max}$ is dat de $V_{dir,max}$ de richtingsafhankelijke ISO-weging heeft, die rekening houdt met verschil tussen de gevoeligheid

voor verticale en horizontale trillingen bij de waarneming van trillingen op de vloer. De V_{max} in combinatie met de Vper, wordt in Nederland al enige decennia gebruikt voor de beoordeling van trillingen (Bts, 2014).

3.2 Onderzoeksgebied en selectie van adressen

Voor een gedetailleerde uitleg over onderzoeksgebied en steekproef voor de meting in 2013 (die de grondslag vormen voor de geselecteerde adressen in de herhaalmeting) verwijzen we naar van Kamp et al., 2015.

3.3 De vragenlijst

Met behulp van een vragenlijst (Bijlage 2) is informatie verzameld over zowel de waarneming van trillingen door railverkeer, de effecten van de trillingen, als over de mogelijke determinanten daarvan. De vragen zijn grotendeels afgeleid uit de vragenlijst die werd gebruikt tijdens de nulmeting van 2013. Omdat het hier een herhaalmeting betreft, zijn de vragen zoveel mogelijk gelijk gehouden. Wel is de vragenlijst sterk ingekort met het oog op de doelstelling van deze meting en in verband met efficiëntie. Dit betekent bijvoorbeeld dat informatie over de woon- en leefsituatie en achtergrondkenmerken niet opnieuw zijn nagevraagd. Ook zijn vragen over beleving van trillingen vervallen en alle vragen over *willingness to pay en willingness to accept* (zie bijlage 3).

De vragenlijst van 2019 is opgebouwd uit zeven blokken:

1. **Woonomgeving:**
   In dit blok is gevraagd naar woontevredenheid, de prettige en onprettige kanten van het wonen, voor- en achteruitgang van de buurt(voorziening).
2. **Trillingen in en rondom de woning:**
   In dit blok is gevraagd naar de mate van hinder door trillingen van verschillende omgevingsbronnen en specifiek van bronnen van railverkeer. Daarnaast zijn er vragen gesteld over de perceptie van trillingen door railverkeer: hoe worden de trillingen waargenomen en in welke mate worden activiteiten verstoord? Ten slotte is specifiek gevraagd naar de mate van slaapverstoring door de verschillende trillingsbronnen op het spoor.
3. **De geluidssituatie in en rondom de woning:**
   In dit blok wordt de mate van hinder en slaapverstoring gemeten door geluid van verschillende omgevingsbronnen en specifiek voor geluid veroorzaakt door verschillende bronnen van railverkeer. Ook is gevraagd naar de geluidskwaliteit in en rondom de woning.
4. **Vragen over treinen of wonen aan het spoor:**
   In dit blok is gevraagd om een oordeel te geven over een aantal uitspraken met betrekking tot het huidige beleid en/of uitbreiding van het treinverkeer, en in welke mate de trillingen van de treinen acceptabel zijn.
5. **De woning:**
   In dit blok is gevraagd naar het al dan niet hebben van dubbel glas in de woon- en slaapkamer. Ook is nagegaan of de woning is geïsoleerd tegen trillingen en de tevredenheid daarover.

6. **Gezondheid en welzijn:**
   In dit blok is een aantal vragen gesteld over de gezondheid en het welzijn van de deelnemers. Het betreft algemene gezondheid, mentale gezondheid, slaapkwaliteit, lichamelijke klachten en medicijngebruik.
7. **Uzelf en uw huishouden:**
   In dit blok zijn alleen de vragen gehandhaafd die te maken hebben met toestemming om de deelnemer opnieuw te benaderen.

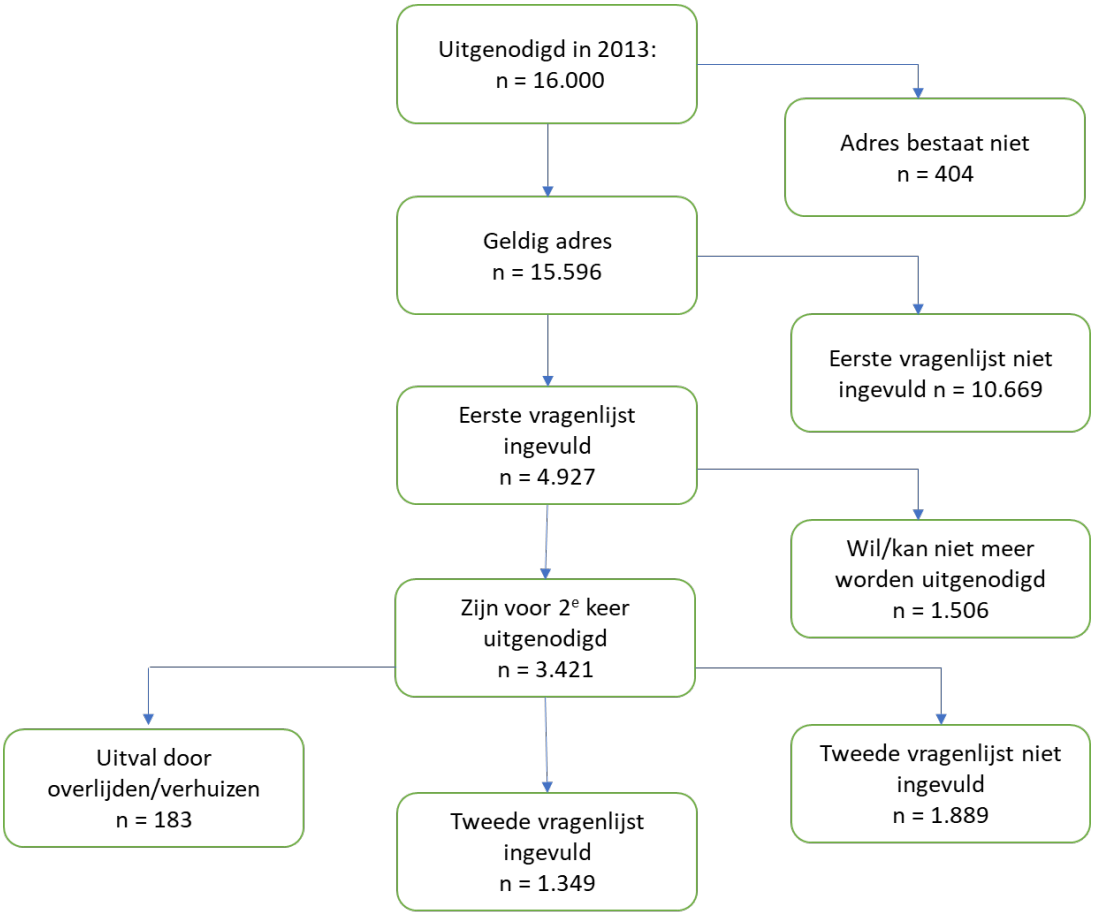
De concept-vragenlijst is intern voorgelegd aan een aantal RIVM-collega's. Aandachtspunten hierbij waren: titel, introductieteksten, volgorde, tijdsinvestering, mening over de vragenlijst als geheel, begrijpelijkheid en routing. De vragenlijst is op basis hiervan sterk ingekort en hier en daar aangevuld, maar zoals gezegd zoveel mogelijk gelijk gehouden aan de 2013-versie.

Voor de vragenlijst zelf wordt verwezen naar Bijlage 2. Niet alle vragen uit de vragenlijst zijn gebruikt voor de analyses in deze rapportage. Bijlage 3 geeft een overzicht van de vragen en schalen die relevant zijn voor dit rapport, met daarbij de bron, wijze van bewerking en *score range*.

3.4 Veldwerk

Aan de bewoners van de 3.421 geselecteerde adressen, die deelnamen in 2013 en aangaven dat wij hen opnieuw mochten benaderen, werd een brief gestuurd met daarin een uitnodiging voor deelname aan het onderzoek. Er werd gevraagd dezelfde persoon te laten deelnemen als de deelnemer van 2013 en de lijst blanco te retourneren als de oorspronkelijke bewoner verhuisd of overleden was. Tevens werd de mogelijkheid geboden om, in plaats van online, de vragenlijst schriftelijk in te vullen. Na ongeveer twee weken en vier weken werd een herinnering verstuurd naar die adressen die tot dan toe nog niet hadden gerespondeerd.

Van de 3.421 genodigden hebben 1.349 personen de vragenlijst ingevuld. Na aanschrijving bleek dat op zeventien adressen de post onbestelbaar was. Daarnaast zijn er mensen die de vragenlijst niet geretourneerd hadden zonder opgave van reden, geweigerd hadden om deel te nemen aan het onderzoek, mensen die aangaven niet dezelfde persoon te zijn als de oorspronkelijke deelnemers in 2013 door verhuizing of van wie de vragenlijst in die mate slecht was ingevuld, dat verdere verwerking onmogelijk was. Hiermee rekening houdend bedroeg de feitelijke respons 40%. Ook zijn telefonisch en via het speciaal voor dit doel opengestelde e-mailadres voor 'Wonen langs het Spoor' verzoeken binnengekomen de vragenlijst te mogen invullen, ook als men niet in de steekproef zat. Dat is evenals in 2013 gehonoreerd en vijftien mensen hebben hiervan gebruikgemaakt, maar deze lijsten zijn niet opgenomen in de analyses en deze rapportage. Figuur 3.1 geeft een overzicht van het aantal genodigden en deelnemers op verschillende tijdstippen.



Figuur 3.1 Stroomdiagram van de deelname op verschillende tijdstippen

In Tabel 3.1 wordt een overzicht gegeven van het aantal deelnemers per afstandscategorie[7], weergegeven voor (i) de personen die in 2013 hebben deelgenomen, (ii) de personen die in 2013 hebben aangegeven dat we hen opnieuw mochten benaderen voor onderzoek en (iii) de personen die in 2019 een vragenlijst hebben ingevuld.

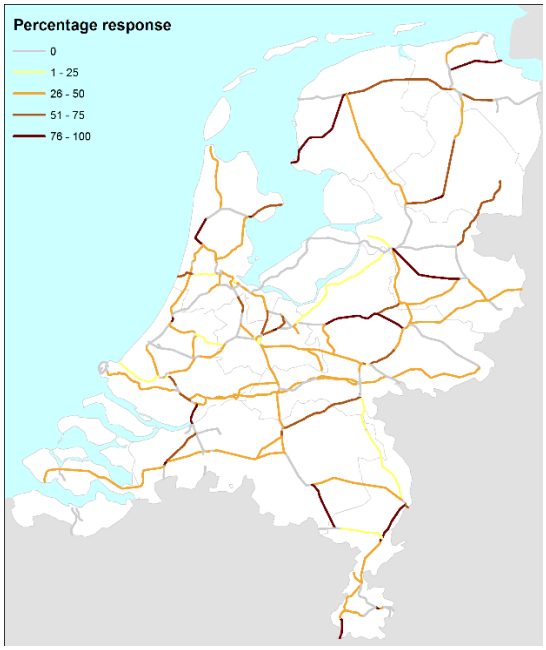
[7] De strata op basis van bouwjaar en bodemtype worden in deze rapportage niet meegenomen.

Tabel 3.1 Aantal respondenten en (%) per afstand tot het spoor in 2013 en 2019

	Deelnemers meting 2013	**Uitgenodigd meting 2019**	**Deelnemers meting 2019**
Afstand (m)	**Aantal deelnemers en responspercentage**	**Aantal deelnemers en responspercentage***	**Aantal deelnemers en responspercentage**
< 50 meter	2.776 (34,7)	2.031 (25,4)	845 (41,6)
50-100 meter	1.394 (29,0)	923 (19,2)	346 (37,5)
100–300 meter	757 (23,7)	467 (14,6)	158 (33,8)
Totaal	**4.927 (31,6)**	**3.421 (21,9)**	**1.349 (39,4)**

*Responspercentage berekend ten opzichte van aantal deelnemers uitgenodigd voor meting 2013

In Figuur 3.2 is te zien hoe de respons van 1.349 deelnemers in 2019 ruimtelijk is verdeeld over de tracés in Nederland.



Figuur 3.2 Ruimtelijke verdeling van de respons

Evenals in 2013 is de ruimtelijke verdeling van de deelnemers nog steeds goed: slechts een enkel tracé dat wel in de oorspronkelijke steekproef zat, is niet vertegenwoordigd.

3.5 Kenmerken van de onderzoekspopulatie

3.5.1 Algemene kenmerken

In Tabel 3.2 wordt een aantal kenmerken van de deelnemers gepresenteerd die in 2013, op de genodigden voor 2019 en de deelnemers in 2019 werden gemeten. De gemiddelde leeftijd van de deelnemers bedraagt respectievelijk 51, 52 en 55 jaar. Rekening houdend met het zes jaar verschil hebben in 2019 dus in verhouding iets meer jongere mensen uit de steekproef van 2013 nogmaals meegedaan. Het

aantal niet-westerse allochtonen is onder de deelnemers laag met respectievelijk 4, 3 en 2% (in 2013 en 2019). Het aantal hoogopgeleiden is op beide metingen relatief hoog onder de deelnemers met respectievelijk 46, 48 en 50%. Ook is het eigenwoningbezit onder de deelnemers relatief hoog met respectievelijk 69, 72, 81%. Een hoog percentage van de deelnemers in 2013 en 2019 woont tenminste vijf jaar op het huidige adres. De gemiddelde hinderscore is hoger voor de deelnemers uit 2019 in vergelijking met 2013.

Tabel 3.2 Algemene kenmerken van de onderzoekspopulatie (totaal in 2013, selectie en deelnemers in 2019) op basis van de nieuwe totalen

Kenmerk	**Deelnemers meting 2013 (N=4.927)**	**Uitgenodigd voor meting 2019 [8](N=3.421)**	**Deelnemers meting 2019 (N=1.349)**
	%	%	%
Leeftijd (jr.)*			
16-44 jr.	33	34	22
45-64 jr.	44	45	55
65 jr. en ouder	23	21	23
% vrouw*	47	45	42
Opleidingsniveau*			
Lager onderwijs	3	2	1
MAVO, LBO	21	19	18
HAVO, VWO, MBO	30	31	31
HBO, WO	46	48	50
% Koopwoning*	69	72	81
Gezinssituatie*†			
Alleenwonend	28	27	23
Samenwonend met kinderen van 18 jr. en ouder	11	11	13
Samenwonend met kinderen jonger dan 18 jr.	23	25	25
Huishouden zonder thuiswonende kinderen	4	4	6
Eenoudergezin	7	8	7
Woonduur tenminste 5 jaar*	71	76	85
	Gem (SD)	Gem (SD)	Gem (SD
Hinder trillingen treinverkeer in 2013 (Gem & SD) ‡	5 (3,4)	5 (3,3)	6 (3,3)
Houding in 2013 tegenover (Gem & SD)**			
het huidige beleid ten aanzien van het treinverkeer langs het spoor waar u woont	6 (2,5)	6 (2,6)	6 (2,6)
De plannen om het huidige treinverkeer in Nederland op sommige plekken uit te breiden	6 (2,9)	6 (3,0)	6 (3,0)
Woontevredenheid in 2013 (Gem & SD)††	8 (1,5)	8 (1,4)	8 (1,4)

*Gemeten met behulp van de vragenlijst in 2013; †Omdat bij de vraag over de gezinssituatie meerdere antwoorden konden worden ingevuld, tellen de percentages niet op tot 100%; ‡ Gemeten op een schaal van 0 tot 10, waarbij 0 = helemaal niet gehinderd en 10 = extreem gehinderd; **Gemeten op een schaal van 0 tot 10, waarbij 0 = zeer positief en 10 = zeer negatief; ††Gemeten op een schaal van 1 tot 10, waarbij 1 = zeer ontevreden en 10 = zeer tevreden. Afkortingen: Gem = Gemiddelde, SD = standaarddeviatie, N = aantal deelnemers.

[8] Kenmerken in 2013

Tabel 3.3 Kenmerken van de woning en directe omgeving van de onderzoekspopulatie

Kenmerk	**Deelnemers meting 2013 (N=4.927)**	**Uitgenodigd voor meting 2019 (N=3.421)**	**Deelnemers meting 2019 (N=1.349)**
Type woning (%)*			
Eengezinswoning	65	64	71
Meergezinswoning, op etage 1-3	15	12	8
Meergezinswoning, op etage 4 of hoger	20	18	15
Anders		6	6
Bouwjaar woning (%)			
Voor 1960	57	58	58
Na 1960	43	42	42
Stedelijkheid van het postcodegebied (%)†			
Niet stedelijk	11	12	14
Weinig stedelijk	14	14	17
Matig stedelijk	16	17	19
Sterk stedelijk	26	25	23
Zeer sterk stedelijk	33	33	28
Mediane afstand tot spoor (in m) (IKA) % afstand>50m	47,5 (46,2) 44	46,5 (41,6) 41	45,2 (37,1) 37
Mediane geluidsniveau door treinverkeer (IKA) uitgedrukt als L_{den} (dB)‡	57,0 (15,1)	57,5 (15,3)	58,7 (14,9)

*Gemeten met behulp van de vragenlijst in 2013; †Stedelijkheid is een maatstaf voor de concentratie van menselijke activiteiten gebaseerd op de gemiddelde omgeving adressendichtheid (oad), uitgedrukt in het aantal adressen per km^2. Er wordt onderscheid gemaakt tussen niet-stedelijk (gemiddelde oad van minder dan 500 adressen per km^2), weinig stedelijk (gemiddelde oad van 500 tot 1.000 adressen per km^2), matig stedelijk (gemiddelde oad van 1.000 tot 1.500 adressen per km^2), sterk stedelijk (gemiddelde oad van 1.500 tot 2.500 adressen per km^2) en zeer sterk stedelijk (gemiddelde oad van meer dan 2.500 adressen per km^2). Het gaat om jaargemiddelde geluidsniveaus uitgedrukt als *Day-evening-night level* (L_{den}) in dB. Afkortingen: SD = standaarddeviatie, N = aantal deelnemers, dB = decibel, L_{den} = *Day-evening-night level*. IKA= interkwartielafstand

3.6 De modellering van de blootstelling aan trillingen

3.6.1 Bepaling van de trillingssterkte

De trillingssterkte kan met metingen of met berekeningen worden bepaald. In de gangbare praktijk worden metingen in combinatie met berekeningen uitgevoerd, bijvoorbeeld om een beeld te verkrijgen van de trillingen in de toekomstige situatie (nieuwe sporen en/of extra treinverkeer). In het verleden is bij onderzoek meestal gebruikgemaakt van metingen (van Kempen et al., 2013). Naast het onderzoek van Klaeboe (2003) was Wonen langs het Spoor het eerste onderzoek waarin de blootstelling werd gemodelleerd. In dit onderzoek en deze herhaalmeting is er uit praktische overwegingen voor gekozen de trillingssterkte uitsluitend met berekeningen te bepalen. Voor deze berekeningen is gebruikgemaakt van het (Ontwikkeling) Uniform Rekenmodel Spoortrillingen (OURS) (Kok et al., 2021). In opdracht van

het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) is dit model ontwikkeld door een consortium van experts onder leiding van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Metingen zijn wel ingezet voor het vaststellen van de parameters en het valideren van het model. Dit zal elders gerapporteerd worden.

Het OURS-model berekent de trillingsniveaus op basis van de trillingsbron (emissie van treinen en spoor) en de overdracht in de bodem richting de fundering van het gebouw. Vervolgens voorspelt het model de overdracht in het gebouw. Om de overdracht in de bodem goed te bepalen, wordt gebruikgemaakt van ingemeten bodemeigenschappen uit de basisregistratie ondergrond (BRO).
In verschillende landen worden uiteenlopende blootstellingsmaten gebruikt om trillingen van treinen uit te drukken. In het project CargoVibes[9] is vastgesteld dat maten die niet alleen afhangen van de momentane trillingssterkte, maar ook van de trillingsduur (aantal treinpassages) betere voorspellers van de hinder kunnen zijn. (Janssen, Vos, Koopman, 2013), (Waddington et al., 2018). Uit een analyse van TNO blijkt dat de RMS meerwaarde heeft bij de voorspelling van hinder (Janssen S., Koopman A., 2014). In het voorliggende onderzoek wordt daarom, naast de voor de Nederlandse praktijk belangrijke $V_{dir,max}$ ook de RMS gebruikt om de blootstelling te bepalen. De $V_{dir,max}$ zegt iets over de maximale trillingssterkte van de passages en is niet afhankelijk van het aantal passages. De RMS is een gemiddelde waarin het aantal passages wel is meegenomen. De V_{per} zegt iets over de gemiddelde trillingssterkte, gewogen naar de duur van de blootstelling.

De $V_{dir,max}$ is een dimensieloze trillingsmaat. Dit betekent dat de $V_{dir,max}$-waarden zijn gedeeld door 1 mm/s en dat deze waarden vervolgens steeds zonder de eenheid mm/s worden vermeld. In het rapport over de meting van 2013 werd deze maat V_{max} genoemd. In dit rapport hanteren we de aanduiding $V_{dir,max}$ om verwarring te voorkomen met de V_{max} uit de SBR B en de vigerende Bts. $V_{dir,max}$ geeft duidelijker aan dat er een richtingsafhankelijke frequentieweging voor menselijke perceptie heeft plaatsgevonden, zoals vastgelegd in ISO 2631. Dit betekent dat de frequenties in de horizontale trillingsrichtingen anders worden gewogen dan in de verticale trillingsrichting. Hiervoor is in dit onderzoek gekozen, omdat de ISO-weging beter correleert met perceptie dan de DIN-weging[10] en naar verwachting correleert de ISO-weging ook beter met hinder. Ook het meest recente vergelijkbare onderzoek, CargoVibes, hanteerde deze weging.
Ook de V_{per} is een dimensieloze trillingsmaat.

De blootstellingen in RMS zijn in dit rapport anders weergegeven dan in het rapport over de meting uit 2013. Het gaat om twee wijzigingen:

[9] Het doel van het Europese project CargoVibes (2011-2014) was het ontwikkelen en beoordelen van maatregelen om aanvaardbare trillingsniveaus te garanderen voor omwonenden van goederenspoorlijnen om de uitbreiding van het goederenvervoer over het spoor te faciliteren.
[10] DIN = Deutsche Industrienorm

- We geven de RMS-waarden nu dimensieloos weer, waarbij we delen door 1 m/s^2 om aan te sluiten bij de internationale weergave van RMS (Waddington et al., 2015);
- De getalswaarde van de RMS is in dit rapport een factor 1000 kleiner dan in het onderzoek van 2013, omdat de maat is gerelateerd aan m/s^2 in plaats van mm/s^2. Hierbij wordt wederom aangesloten bij CargoVibes. Voordeel is tevens dat dit het onderscheid met getalswaarden voor de $V_{dir,max}$ verduidelijkt.

Voor verdere details met betrekking tot het rekenmodel verwijzen wij naar Bijlage 7.

Voor elk woonadres van deelnemers aan de herhaalmeting in 2019 zijn voor 2013 en 2019 aan de hand van het OURS-model een RMS en $V_{dir,max}$ waarde berekend voor trillingen afkomstig van alle treinverkeer, en apart voor goederen- en reizigerstreinen.

3.6.2 Kenmerken van het spoor

In Tabel 3.4 wordt een overzicht gegeven van de indicatoren van de kenmerken van (de activiteit op) het spoor, die blootstelling aan trillingen mede beïnvloeden. Voor 1.129 van de 1.349 deelnemers was het mogelijk om voor zowel 2013 als 2019 de blootstelling te berekenen met het trillingsrekenmodel, voor de overige adressen waren er onvoldoende bodem- of spoorgegevens beschikbaar[11].

[11] Vanwege onvolledige invoerdata en een opgeheven traject was het niet voor alle adressen mogelijk om zowel voor 2013 als 2019 blootstellingen te berekenen. Voor 1.129 adressen was dat wel mogelijk. Voor het jaar 2019 hebben we 1.033 blootstellingen.

Tabel 3.4 De fysieke kenmerken van het spoor waaraan de deelnemers van de herhaalmeting wonen (situatie 2013 en 2019)

Kenmerk	**N**	**2013**			**2019**		
		Gem (SD)	**Min**	**Max**	**Gem (SD)**	**Min**	**Max**
Afstand tot dichtst-bijzijnde spoor	1.129[12]	57,9 (48,2)	6,2	295,6	58,0 (48,1)	6,2	295,6
Aantal sporen	1.129	3 (2)	1	17	3 (2)	1	17
Treinverkeer totaal							
Trillingssterkte							
$V_{dir,max}$	1.129	0,4046	0,0000	2,1400	0,4017	0,0000	1,8800
RMS	1.129	(0,3274)	0,0000	0,0026	(0,3297)	0,0000	0,0028
V_{per}	1.129	0,0003	0,0000	0,2455	0,0003	0,0000	0,2787
		(0,0004)			(0,0004)		
		0,0389			0,0408		
		(0,0400)			(0,0424)		
Goederentreinen							
Aantal treinen per dagdeel							
Overdag (7-19)	1.129	9 (11)	0	63	10 (13)	0	77
Avond (19-23)	1.129	3 (4)	0	25	4 (5)	0	28
Nacht (23-7)	1.129	5 (6)	0	37	6 (8)	0	52
Snelheid (km/u)	948	80,9 (16,5)	40,0	90,0	81,0 (16,3)	40,0	90,0
Trillingssterkte							
$V_{dir,max}$	1.129	0,3064	0,0000	2,0500	0,3009	0,0000	1,8800
RMS	1.129	(0,3206)	0,0000	0,0018	(0,3168)	0,0000	0,0021
V_{per}	1.129	0,0001	0,0000	0,1057	0,0001	0,0000	0,1269
		(0,0002)			(0,0002)		
		0,0111			0,0108		
		(0,0146)			(0,0142)		
Fractie goederen-treinen ten opzichte van het totale aantal treinen	1.129	0,1920 (0,2043)	0,0000	1,0000	0,1975 (0,2332)	0,0000	1,0000
Reizigerstreinen							
Aantal treinen per dagdeel							
Overdag	1.129	188 (151)	0	755	229 (210)	0	1051
Avond	1.129	52 (40)	0	200	62 (56)	0	281
Nacht	1.129	32 (29)	0	146	38 (38)	0	188
Snelheid (km/u)	1.113	88,6 (24,3)	34,2	130,0	87,2 (23,8)	35,7	130,0
Trillingssterkte							
$V_{dir,max}$	1.129	0,3360	0,0000	2,1400	0,3401	0,0000	1,8400
RMS	1.129	(0,2597)	0,0000	0,0021	(0,2633)	0,0000	0,0026
V_{per}	1.129	0,0003	0,0000	0,2440	0,0003	0,0000	0,2719
		(0,0003)			(0,0003)		

[12] Voor 1129 deelnemers zijn bloostellingsgegevens beschikbaar voor 2013 en 2019.

Kenmerk	N	2013			2019		
		Gem (SD)	Min	Max	Gem (SD)	Min	Max
		0,0360 (0,0384)			0,0383 (0,0410)		
Fractie reizigers-treinen ten opzichte van het totale aantal treinen	1.129	0,8080 (0,2043)	0,0000	1,0000	0,8025 (0,2341)	0,0000	1,0000

*Afkortingen: gem = gemiddelde, SD = Standaarddeviatie, Min = minimale waarde, Max = Maximale waarde, N = aantal deelnemers waarvoor zowel in 2013 als in 2019 een waarneming beschikbaar is op het desbetreffende kenmerk. De aantallen zijn per uur**. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde van twintig bakken per goederentrein en vijf rijtuigen bij reizigerstreinen.

Uit de tabel blijkt dat de deelnemers gemiddeld op een afstand van 58 meter van het spoor wonen. Ook blijkt dat er over de bij de herhaalmeting onderzochte trajecten voornamelijk reizigerstreinen rijden, zoals in heel Nederland het geval is. In de nacht rijden er aanmerkelijk minder reizigerstreinen; voor goederentreinen zijn de verschillen in aantallen treinen over de verschillende dagdelen klein. Gemiddeld is het aandeel goederentreinen 20% en reizigerstreinen 80%. Het aandeel treinen dat overdag rijdt is 46%, 's avonds 39% en ’s nachts 15% (vooral goederentreinen).

In tabel 3.4 wordt steeds het aantal goederen- en reizigerstreinen weergegeven. Een goederentrein bestaat gemiddeld uit zo’n twintig bakken en een gemiddelde reizigerstrein uit vijf rijtuigen. Let op: om de fractie reizigers en/of goederentreinen ten opzichte van het totale aantal treinen te berekenen, is wel uitgegaan van het aantal rijtuigen of bakken. De tabel geeft snelheden weer die in het rekenmodel zijn gebruikt. De spoorgegevens komen uit de gegevens over naleving van de geluidsproductieplafonds in 2013 en 2019.

4 Resultaten

4.1 Inleiding

De resultaten van de enquête worden in dit hoofdstuk beschreven aan de hand van de onderzoeksvragen:

1. Wat is de blootstelling aan trillingen van treinen in 2013 en 2019?
2. Wat is (i) de beleving van de woonomgeving, (ii) beoordeling van eigen gezondheid, (iii) zelfgerapporteerd medicijngebruik en (iv) omvang van ernstige hinder door trillingen van treinen, en (v) omvang van ernstige slaapverstoring door trillingen van treinen, bij deelnemers aan het onderzoek in 2019?
3. Zijn de resultaten en eventuele veranderingen daarin te verklaren door (i) een verandering in blootstelling aan trillingen van treinverkeer, (ii) verandering in sociale en persoonlijke factoren, (iii) eventuele andere veranderingen?

4.1.1 Leeswijzer

De blootstellingsschattingen en -effecten worden hierbij vergeleken tussen de deelnemers die a) zowel in 2013 als 2019 deel hebben genomen aan de meting (N=1.349) en die b) voor de relevante items in de vragenlijst zowel in 2013 als in 2019 een valide score hadden, en c) waarvoor trillingsniveaus (uitgedrukt in $V_{max,dir}$) beschikbaar zijn voor zowel 2013 als 2019 (N=1.133[13])). Ook gaan we in dit hoofdstuk in op veranderingen in attitudes ten aanzien van het beleid en de groei van het railverkeer en verwachtingen ten aanzien van het trillingsniveau en de invloed hiervan op ernstige hinder en slaapverstoring.

In paragraaf 4.2 worden de blootstellingsschattingen met het nieuwe rekenmodel vergeleken tussen 2019 en 2013. Hierbij worden drie groepen onderscheiden: 1) trillingsniveaus zijn gedaald, 2) trillingsniveaus zijn gelijk gebleven en 3) trillingsniveaus zijn toegenomen. De resultaten worden gepresenteerd voor reizigers, goederen en het totale treinverkeer.
Paragraaf 4.3 geeft een beschrijving van de veranderingen in de beleving van de woonomgeving en gezondheid tussen 2013 en 2019, gevolgd door veranderingen in het percentage ernstig gehinderd en slaapverstoord in paragraaf 4.4 en 4.5. Vanaf paragraaf 4.6.1 volgt een beschrijving van een verklaring voor de veranderingen aan de hand van veranderingen in blootstelling en veranderingen in houding en verwachtingen.

4.2 Wat is de blootstelling aan trillingen in 2013 en 2019?

4.2.1 Veranderingen 2013 en 2019

Ten behoeve van de vergelijking is voor de schatting van de trillingsniveaus in 2013 en 2019 het nieuwe rekenmodel OURS gebruikt (Kok et al., 2021).
In tabel 3.4 werden de belangrijkste kenmerken van de (totale) blootstelling aan trillingen van treinverkeer voor 2013 en 2019 samengevat voor treinverkeer totaal en reizigers- en goederentreinen apart. Voor de volledige tabel wordt verwezen naar bijlage 5.

[13]Aantal adressen waarvoor blootstellingsschatting beschikbaar is

Per type trein (goederen versus reizigers) zijn de correlaties tussen $V_{dir,max}$, V_{per} en RMS erg hoog: ~0,88 – 0,99. Dit geldt zowel voor de schattingen uit 2013 als die van 2019. De correlatie tussen de verschillende aan trilling gerelateerde blootstellingsmaten en afstand is laag tot matig ~0,29 – 0,50. Dat de correlatie tussen afstand en trillingsniveau klein is, was te verwachten in verband met de samenhang van trillingsschattingen op basis van het OURS-model met type en formaat van het gebouw en de bodem. In het model zijn andere parameters dus minstens zo belangrijk als de afstand tot het spoor.

Tabel 4.2.1 vat de kenmerken van de absolute verandering in blootstelling samen voor $V_{dir,max}$. Voor het volledige overzicht verwijzen we naar bijlage 5.

*Tabel 4.2.1 De absolute verandering in blootstelling uitgedrukt in $V_{dir,max}$ (N=1.129)**

	N (%)	**Absolute verandering in $V_{dir, max}$**			
		Gem	**Std**	**Min**	**Max**
Treinverkeer					
Toename	375 (33)	0,060	0,090	0,01	0,61
Afname	454 (40)	0,056	0,061	0,01	0,45
Gelijk	300 (27)	-	-	-	-
Reizigerstreinen					
Toename	486 (43)	0,050	0,069	0,01	0,61
Afname	311 (28)	0,063	0,065	0,01	0,45
Gelijk	332 (29)	-	-	-	-
Goederentreinen					
Toename	367 (33)	0,048	0,074	0,01	0,47
Afname	413 (37)	0,057	0,076	0,01	0,68
Gelijk	349 (31)	-	-	-	-

*In deze vergelijking zijn de deelnemers betrokken waar zowel voor 2013 als 2019 een blootstellingsniveau uitgedrukt in $V_{max,dir}$ beschikbaar was. Afkortingen: N = aantal deelnemers, Gem = gemiddelde absolute toe- of afname in Vdir, max_r, Std = Standaarddeviatie van de toe- of afname, Min = minimale toe- of afname, Max = maximale toe- of afname.

De absolute trillingsniveaus veroorzaakt door treinverkeer, uitgedrukt in $V_{dir,max}$, zijn tussen 2013 en 2019 voor 40% van de deelnemers afgenomen, met een gemiddelde afname van 0,056 mm/s. Voor 27% van de deelnemers is er geen sprake van een verandering in de trillingsniveaus waaraan ze worden blootgesteld. Bij 33% van de deelnemers (375) zijn de trillingsniveaus veroorzaakt door treinverkeer in de periode 2013-2019 toegenomen. Het gaat om een toename van gemiddeld 0,060 mm/s.

De gemiddelde absolute toename in de blootstelling van trillingen veroorzaakt door reizigerstreinen is iets hoger dan de gemiddelde toename in de blootstelling van trillingen veroorzaakt door goederentreinen. Meer deelnemers ondervinden een toename van de absolute trillingsniveaus veroorzaakt door reizigerstreinen dan van goederentreinen.

Tabel 4.2.2 Het percentage deelnemers met een relevante verandering in blootstelling aan trillingen veroorzaakt door treinverkeer tussen 2013 en 2019

Spoorbron	Aard van de verandering	Aantal deelnemers	Deelnemers waarvoor verandering niet merkbaar is* (%)	Deelnemers waarvoor verandering wel merkbaar is* (%)
Treinverkeer	Toename blootstelling	375	302 (81)	73 (19)
	Afname blootstelling	454	435 (96)	19 (4)
Reizigerstreinen	Toename blootstelling	486	403 (83)	83 (17)
	Afname blootstelling	311	262 (84)	49 (16)
Goederentreinen	Toename blootstelling	367	229 (62)	138 (38)
	Afname blootstelling	413	347 (84)	66 (16)

*Analoog aan de Bts, gaan we voor een merkbare verandering uit van een toe- of afname van 30%.

In Tabel 4.2.1 wordt geen rekening gehouden met de vraag of de veranderingen in blootstelling tussen 2013 en 2019 ook merkbaar voor de deelnemers waren en dus relevant zijn. Uit de literatuur (Elliot, 2011) weten we echter dat een verandering van het trillingsniveau van 25 tot 40% pas door mensen wordt opgemerkt. De Bts gaat op grond van deze waarden uit van 30% als een conservatief gemiddelde voor een merkbare verandering (zie de artikelsgewijze toelichting bij artikel 6 van de Bts, 2014).

Tabel 4.2.2 laat zien bij welk deel van de deelnemers bij wie de blootstelling aan trillingen door treinverkeer tussen 2013 en 2019 is toe- of afgenomen, merkbaar is geweest. Uit de tabel blijkt dat voor 73 (19%) van de 375 deelnemers waarbij de trillingen zijn toegenomen, deze toename ook merkbaar was. Voor 302 deelnemers was de toename in het trillingsniveau van het treinverkeer niet merkbaar.
Ook voor de deelnemers waarvoor de blootstelling aan trillingen door reizigerstreinen tussen 2013 en 2019 is toegenomen, is deze toename niet altijd merkbaar: dit was voor 83 (17 %) deelnemers wel het geval. Voor 138 (38%) van de 367 deelnemers waarvoor de blootstelling veroorzaakt door goederentreinen is toegenomen, was dit merkbaar.

Conclusie: Hoewel er tussen 2013 en 2019 voor een groot deel van de deelnemers een verandering in de blootstelling aan trillingen optrad, gaat het om kleine veranderingen. Bij 4% tot 38% van de deelnemers gaat het om merkbare veranderingen (toe- of afname). Daarbij zijn de veranderingen in trillingsniveaus door goederentreinen relatief het vaakst merkbaar.

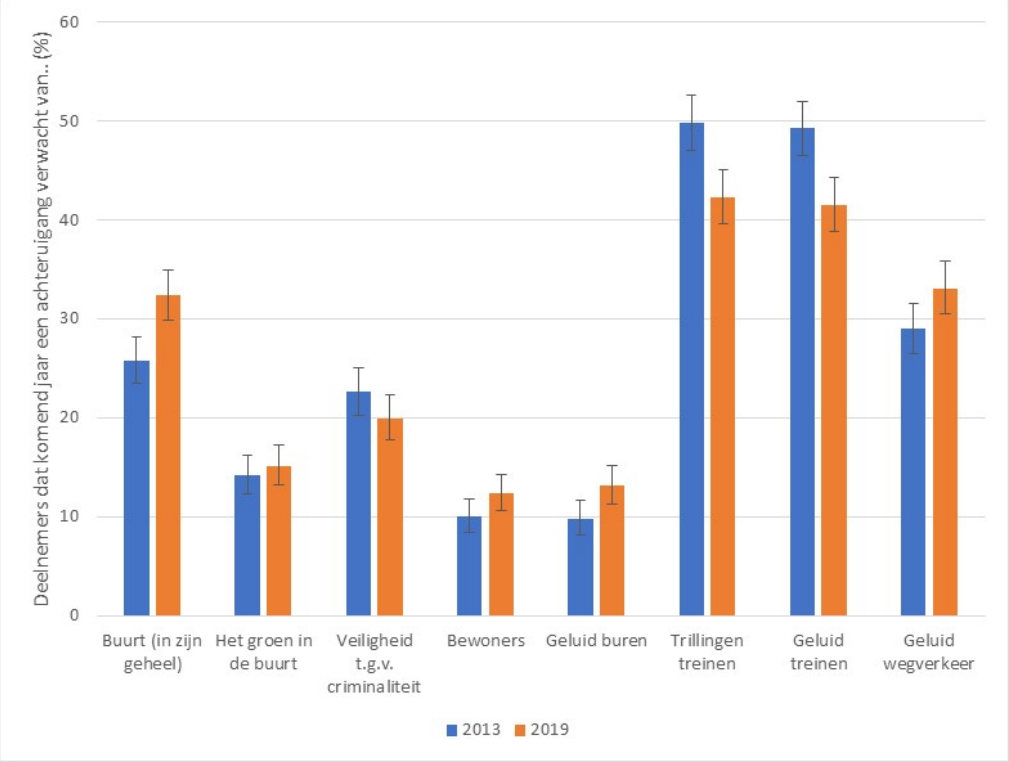
4.3 Wat is de beleving van de woonomgeving in 2013 en 2019?

4.3.1 Tevredenheid

In de meting in 2013 waren negen op de tien deelnemers (~94%) tevreden met hun woonomgeving. Zij gaven hiervoor een rapportcijfer van 6 of hoger. Ruim 5% van de deelnemers in 2013 was ontevreden met zijn of haar woonomgeving en gaf een rapportcijfer van 5 of lager. Bij de meting in 2019 is het percentage tevreden met de woonomgeving vergelijkbaar: ~93% van de deelnemers gaf een rapportcijfer van 6 of hoger voor hun woonomgeving.

4.3.2 Verwachtingen

Figuur 4.3.1 laat het percentage deelnemers zien dat in 2013 en 2019 een achteruitgang verwachtte op verschillende aspecten van de woonomgeving.



Figuur 4.3.1 Veranderingen in de verwachtingen van een achteruitgang van de woonomgeving

In 2013 verwachtte ruim een kwart van de deelnemers dat hun buurt er het komende jaar op achteruit zou gaan en in 2019 32%. Dit is een significante toename ten opzichte van 2013 (χ^2 = 19,76, df = 1, p <0,0001). Het merendeel van de deelnemers verwachtte in beide jaren dat de situatie gelijk zal blijven of dat hun buurt erop vooruit zal gaan (74% in 2013 versus 68% in 2019).

Over aspecten als geluid en trillingen veroorzaakt door treinen is men in de loop van de tijd significant optimistischer geworden. Het percentage deelnemers dat verwacht dat de situatie er het komende jaar op

achteruit zal gaan met betrekking tot de trillingen van de treinen was in 2013 50% en in 2019 verwachtte nog 41% een achteruitgang op dit aspect. Voor geluid van treinen is het percentage mensen dat een achteruitgang verwacht eveneens gedaald van 49% in 2013 tot bijna 41% in 2019. Deze veranderingen zijn beide significant.

In vergelijking met 2013 verwacht een groter deel van de deelnemers in 2019 dat hun buurt erop achteruit zal gaan voor wat betreft het groen in hun buurt, de bewoners, het geluid veroorzaakt door de buren, en het geluid veroorzaakt door wegverkeer. Geen van deze veranderingen is significant. Het percentage deelnemers dat de geluidskwaliteit in en rondom hun woning als (zeer) goed beoordeelt, is tussen 2013 en 2019 aanzienlijk gedaald van ruim 38% naar bijna 7%. Ook zien we dat na ruim zes jaar minder mensen aangeven dat ze (zeer) tevreden zijn met het effect van isolatie tegen de trillingen: in 2013 was ruim 57% van de deelnemers (zeer) tevreden; in 2019 is dit percentage gedaald naar bijna 49%.

*Tabel 4.3.1 Beglazing en maatregelen om trillingen tegen te gaan**

	2013	**2019**	**N**
Geluidskwaliteit in/rondom de woning is (zeer) goed (%)	38,1 (35,5 – 40,8)	6,7 (5,4 – 8,2)	1338
Aanwezigheid dubbele beglazing in (%)			
Woonkamer	93,1 (91,6 – 94,4)	95,4 (94,1 – 96,5)	1320
Slaapkamer	81,9 (79,8 – 84,0)	85,8 (83,8 – 87,7)	1312
Maatregelen om trillingen tegen te gaan (%)*	6,3 (4,7 – 8,3)	8,1 (6,2 – 10,2)	758
Verstijving van de vloeren	1,4 (0,7 – 2,4)	1,2 (0,6 – 2,1)	857
Bevestiging veerdemping apparaat	4,4 (2,1 – 8,3)	7,4 (4,2 – 11,9)	203
Andere maatregelen			

*In deze tabel zijn alleen deelnemers opgenomen die in 2013 en in 2019 deze vraag hebben ingevuld.

Het aantal woningen met dubbele beglazing in woon- en slaapkamer is tussen 2013 en 2019 iets toegenomen. Ook het aantal maatregelen om trillingen tegen te gaan is iets toegenomen, en dan met name in de categorie 'andere maatregelen' (van 4-7 %).

4.4 Hoe wordt de gezondheid ervaren en wat was het medicijngebruik in 2013 en 2019?

4.4.1 Zelf-gerapporteerde gezondheid

Ervaren gezondheid werd gemeten aan de hand van een viertal indicatoren: Score op de 4DKL-vragenlijst (Terluin et al., 2012), de Groninger Slaapkwaliteitsschaal (van Kamp, 1990), de algemene gezondheidsvraag op de Rand36 (van der Zee en Sanderman et al., 1993), (Aaronson, 1998) en medicijngebruik (GGD Monitor).

Tabel 4.4.2 Ervaren gezondheid 2013-2019

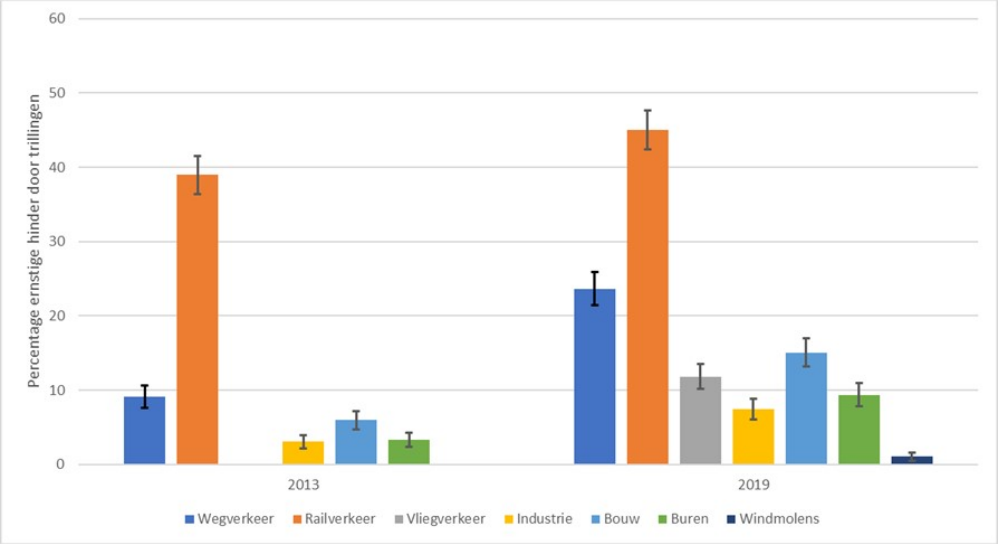
	2013	2019	N
Ervaart eigen gezondheid als (zeer) goed (%)	82,4 (80,4 – 84,4)[14]	77,2 (74,9 – 79,4)	1.329
Somatisatie (4DKL) % score 0 – 10 % score 11 – 20 % score 21 – 32	 91,3 (89,7 – 92,8) 8,7 (7,2 – 10,3) 0	 93,2 (91,7 – 94,5) 6,8 (5,5 – 8,3) 0	1.307
Aantal slaapklachten (%) op Groninger Slaap Kwaliteit Schaal (GSKS) 0 tot en met 3 4 tot en met 7 8 of meer	 10,8 (9,1 – 12,7) 39,1 (36,2 – 41,9) 50,1 (47,3 – 53,0)	 11,2 (9,5 -13,2) 39,1 (36,4 – 42,0) 49,6 (46,8 – 52,5)	1.201
Zelf-gerapporteerd gebruik van medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk Slaap- en kalmeringsmiddelen, middelen tegen zenuwen Antidepressiva Reuma of gewrichtspijn Astma of COPD	 28,8 (26,3 – 31,3) 7,9 (6,5 – 9,5) 4,4 (3,4 – 5,7) 9,4 (7,8 -11,1) 6,0 (4,7 – 7,4)	 29,6 (27,1 – 32,1) 7,8 (6,4 – 9,3) 3,9 (2,9 – 5,1) 9,4 (7,9 -11,2) 5,6 (4,4 – 7,0)	 1.318 1.314 1.312 1.314 1.311

Het percentage mensen dat zijn of haar eigen gezondheid als (zeer) goed ervaart, is gedaald van ruim 82% in 2013 naar ongeveer 77% in 2019. Dit is een te verwachten daling met leeftijd. Het gebruik van medicijnen voor hartvaatziekten, reuma/gewrichtspijn, depressie en slaap- en kalmeringsmiddelen is gelijk gebleven. Dat geldt ook voor het aantal slaapklachten en niet specifieke klachten.

4.5 Wat is de omvang van ernstige hinder in 2013 en 2019?

Hinder werd gemeten aan de hand van een vraag die werd afgeleid van de ISO-standaardvraag voor geluidshinder [ISO/TS 15666:2003]. Deze vraag informeert naar de mate van hinder in de afgelopen twaalf maanden door trillingen van treinen op het moment dat mensen thuis waren. Het betreft dus de mate van hinder gemiddeld over een jaar en zegt niet zozeer iets over de beleving van kortdurende variaties van de trillingssterkte door een enkele treinpassage. De hindervragen zijn gesteld voor treinverkeer in het algemeen, en specifiek voor reizigerstreinen, goederentreinen. De hinderschaal loopt van 0 tot 10 en heeft dus elf antwoordcategorieën. Bij de standaardvraag hoort een vaste manier voor het omrekenen van de individuele antwoorden naar een percentage ernstig gehinderden in de onderzoeksgroep, zoals weergegeven in bijlage 4.

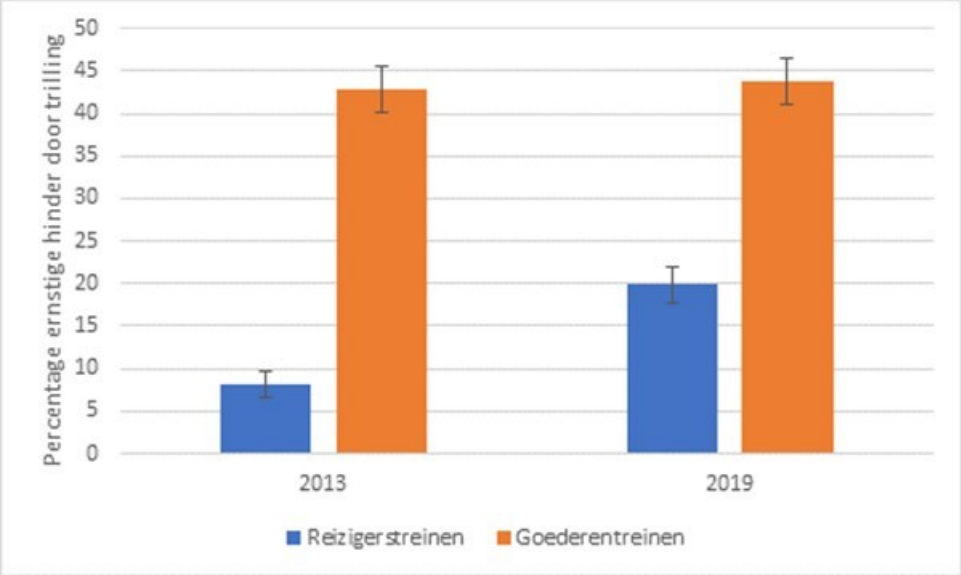
[14] 95% betrouwbaarheidsinterval



Figuur 4.5.1 Prevalentie (in %) inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval van ernstige hinder door diverse bronnen van trillingen onder de groep deelnemers die zowel in 2013 als in 2019 hebben deelgenomen aan het onderzoek

In Figuur 4.5.1 wordt de prevalentie (= het voorkomen) weergegeven van ernstige hinder door trillingen van verschillende bronnen onder de 1.349 deelnemers in 2013 en 2019. In 2019 is een aantal bronnen toegevoegd (windturbines en vliegverkeer). De figuur laat zien dat trillingen veroorzaakt door zowel trein- als wegverkeer onder de deelnemers de meeste ernstige hinder veroorzaken in zowel 2013 als 2019. Het percentage ernstige hinder door trillingen van alle bronnen is tussen 2013 en 2019 toegenomen en voor wegverkeer, industrie, bouw én buren verdubbeld.

Binnen de categorie railverkeer wordt hier onderscheid gemaakt tussen goederentreinen en reizigerstreinen. In Figuur 4.5.2 wordt de prevalentie van ernstige hinder door trillingen van deze bronnen weergegeven voor de deelnemers die zowel in 2013 als 2019 aan het onderzoek hebben deelgenomen.



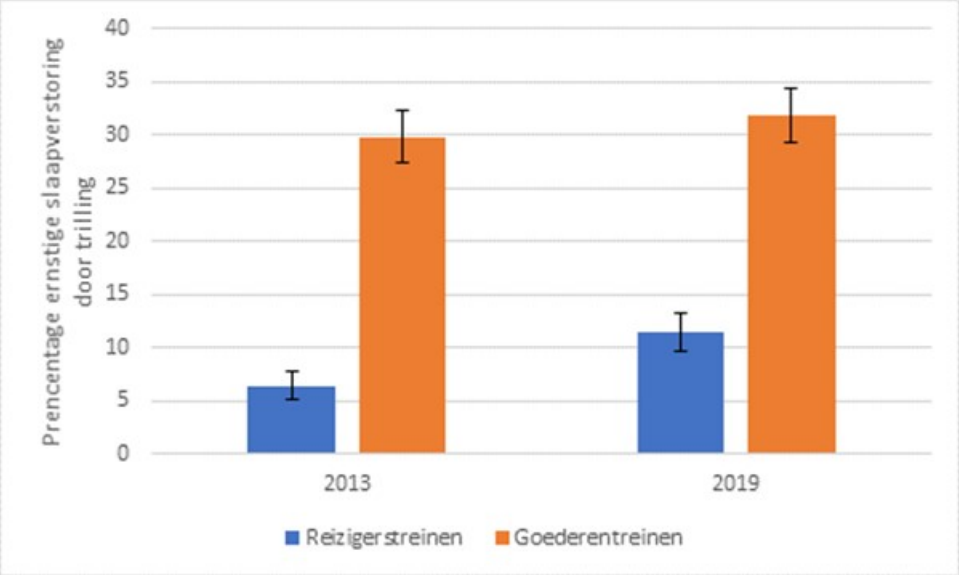
Figuur 4.5.2 Prevalentie (in %) inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval van ernstige hinder door diverse bronnen (zoals rangeren, treinen wassen, stationsgeluid) gerelateerd aan het spoor onder deelnemers die zowel in 2013 als in 2019 hebben deelgenomen aan het onderzoek

Figuur 4.5.2 laat zien dat trillingen veroorzaakt door goederentreinen steeds de meeste hinder veroorzaken: dit is in beide jaren met zo'n 43% gelijk gebleven. Het percentage ernstige hinder door trillingen van reizigerstreinen is toegenomen van ruim 8% in 2013 naar 20% in 2019.

4.6 Wat is de omvang van ernstige slaapverstoring door trillingen in 2013 en 2019?

Slaapverstoring werd gemeten aan de hand van een vraag die werd afgeleid van de ISO-standaardvraag voor geluidshinder [ISO/TS 15666:2003]. Deze vraag informeert naar de mate van slaapverstoring in de afgelopen twaalf maanden door trillingen van treinen 's nachts. Het betreft dus de mate van slaapverstoring gemiddeld over een jaar en zegt niets over de beleving van kortdurende variaties van de trillingssterkte door een enkele treinpassage. De vragen zijn gesteld voor treinverkeer in het algemeen en specifiek voor reizigerstreinen, goederentreinen en spooronderhoud en/of enige andere activiteiten op het spoor. De hinderschaal loopt van 0 tot 10 en heeft dus elf antwoordcategorieën. Op deze vraag wordt eenzelfde manier van omrekenen gehanteerd als bij het percentage ernstig gehinderd (zie bijlage 4).

Voor ernstige slaapverstoring worden alleen de prevalenties binnen railverkeer getoond. Voor andere bronnen werden de vragen naar slaapverstoring niet gesteld in 2019. In Figuur 4.6.1 wordt de prevalentie van ernstige hinder door trillingen van deze bronnen weergegeven voor de deelnemers die zowel in 2013 als 2019 aan het onderzoek hebben deelgenomen.



Figuur 4.6.1 Prevalentie (in %) inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval van ernstige slaapverstoring door diverse bronnen (zoals rangeren, treinen wassen, stationsgeluid) gerelateerd aan het spoor onder deelnemers die zowel in 2013 als in 2019 hebben deelgenomen aan het onderzoek

Uit de figuur blijkt dat trillingen veroorzaakt door goederentreinen steeds de meeste slaapverstoring veroorzaken; het percentage ernstige slaapverstoring door trillingen van goederentreinen is licht toegenomen van 29,8% in 2013 naar 32,0% in 2019. Het percentage ernstige slaapverstoring veroorzaakt door trillingen van reizigerstreinen is bijna verdubbeld van ruim 6,4% in 2013 naar 11,4% in 2019.

4.7 Zijn de veranderingen in hinder te verklaren door een verandering in blootstelling?

4.7.1 Verandering van prevalenties ernstige hinder door treinverkeer in 2019 ten opzichte van 2013

Tabel 4.7.1 geeft de verandering van de prevalentie ernstige hinder door trillingen in 2019 ten opzichte van 2013, uitgedrukt in de zogenoemde OddsRatio (OR) gecorrigeerd voor demografische kenmerken (model 1), demografische kenmerken en geluidsbelasting in 2011 (model 2), demografische kenmerken, geluidsbelasting en afstand (model 3) en demografische kenmerken, geluidsbelasting, afstand en blootstelling aan trillingen uitgedrukt in $V_{dir,max}$ (model 4).

De **OR** geeft aan hoe groot de kans is dat een deelnemer in 2019 ernstig is gehinderd door trillingen van treinen ten opzichte van 2013. Bij een OR van 2 is de kans dat iemand in 2019 ernstig is gehinderd door de trillingen van treinen ten opzichte van 2013 twee keer zo groot. Bij een OR = 1, is er geen verschil in de kans op ernstige hinder door trillingen tussen 2013 en 2019. Bij een OR lager dan 1 is de kans dat een deelnemer in 2019 ernstig is gehinderd door trillingen van treinen ten opzichte van 2013 juist kleiner. Bij de OR wordt het 95% betrouwbaarheidsinterval (95%Bthi) weergegeven. Als het 95% Bthi de waarde 1 bevat, is er geen significant verschil in de kans op ernstige hinder.

Tabel 4.7.1 De verandering van de prevalentie van ernstige hinder door treinverkeer in 2019 ten opzichte van 2013, na correctie voor een aantal demografische factoren, het jaargemiddelde geluidsniveau in 2011 en de afstand tot het spoor en de blootstelling aan trillingen ($V_{dir,max}$) in 2013

Model	**Ernstige hinder trillingen treinverkeer**	**Ernstige hinder trillingen reizigers-treinen**	**Ernstige hinder trillingen goederentreinen**
	OR (95% Bthi) N = 1.097	**OR (95% Bthi) N = 1.045**	**OR (95% Bthi) N = 1.049**
0	1,358 (1,138 – 1,620)	3,191 (2,407 – 4,231)	1,131 (0,944 – 1,354)
1*	1,364 (1,142 – 1,630)	3,215 (2,423 – 4,267)	1,133 (0,944 – 1,360)
2†	1,367 (1,144 – 1,634)	3,242 (2,440 – 4,307)	1,135 (0,945 – 1,363)
3‡	1,378 (1,150 – 1,650)	3,309 (2,485 – 4,407)	1,138 (0,946 – 1,370)
4**	1,368 (1,145 – 1,636)	3,259 (2,451 – 4,332)	1,136 (0,945 – 1,365)

*In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau en stedelijkheid; †In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid en de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{den}) in 2011); ‡In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{den}) in 2011 en de afstand tot de spoorlijn (m); **In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{den}) in 2011 en Vdir,max in 2013.

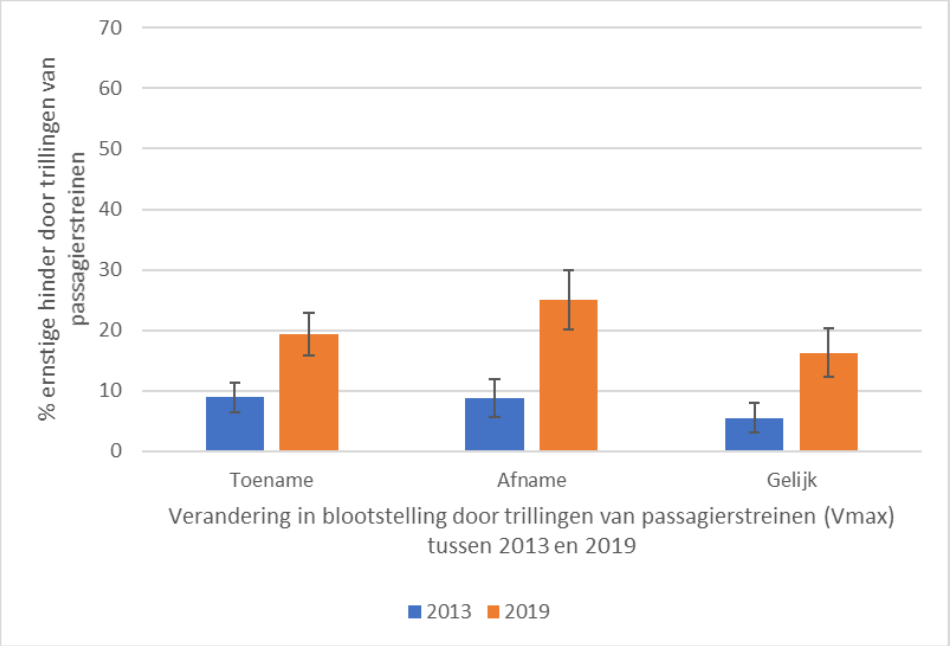
Uit tabel 4.7.1 blijkt dat de prevalentie van ernstige hinder door trillingen van treinverkeer in de periode 2013-2019 met bijna 36% statistisch significant is toegenomen. Dit effect wordt nauwelijks beïnvloed door factoren als geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{den}) in 2011 en het trillingsniveau in 2013 ($V_{dir,max}$) .Voor reizigerstreinen zien we een toename van ruim 320%. Factoren als geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{den}) in 2011 en trillingen ($V_{dir,max}$) in 2013 voegen daar nog 6% aan toe. Het effect is statistisch significant. Voor goederentreinen wordt een niet-significante toename van 13% gevonden.

4.7.2 De rol van verandering in blootstelling

Nu we geconstateerd hebben dat het percentage ernstige hinder is toegenomen voor reizigerstreinen, dringt de vraag zich op in hoeverre

deze verandering toe te schrijven is aan de verandering in de feitelijke blootstelling aan trillingen tussen 2013 en 2019, geschat op basis van het OURS-model versie 1.0.2.

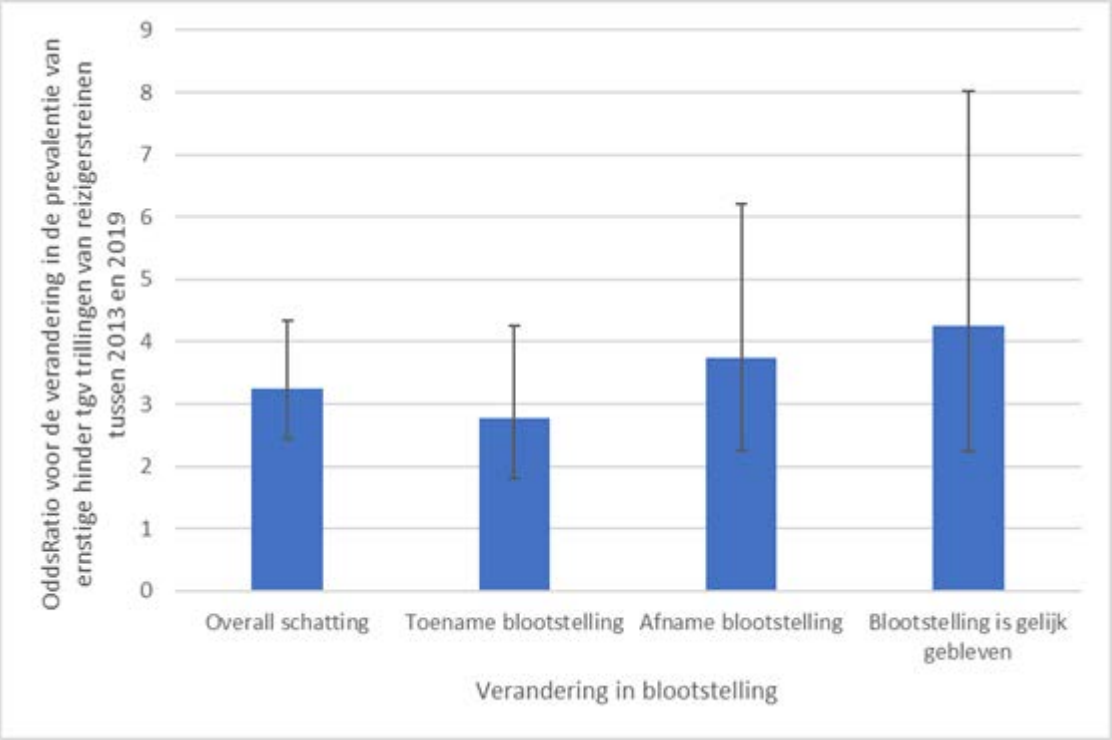
De verandering in trillingen werd bekeken in drie groepen (onafhankelijk of de verandering waarneembaar is): 1) de groep deelnemers met een toename in trillingen (uitgedrukt in $V_{dir,\ max}$); 2) de groep deelnemers met een afname in trillingen (uitgedrukt in $V_{dir,max}$) en 3) de groep deelnemers waarbij de trillingen (uitgedrukt in $V_{dir,max}$) gelijk bleven (voor aantallen zie tabel 4.2.2). In figuur 4.6.1 wordt het percentage ernstige hinder door trillingen van reizigerstreinen in 2013 en 2019 weergegeven in relatie tot de verandering in blootstelling. Hierbij is geen rekening gehouden met demografische factoren en de blootstelling aan geluid van treinverkeer in 2011.



Figuur 4.7.1 Het percentage ernstige hinder door trillingen van reizigerstreinen in 2013 en 2019 en het 95% betrouwbaarheidsinterval voor deelnemers waarbij (i) de blootstelling aan trillingen door treinverkeer tussen 2013 en 2019 is toegenomen, (ii) afgenomen en (iii) gelijk is gebleven

In de groep waarin de blootstelling aan trillingen door reizigerstreinen is toegenomen, zien we een verdubbeling van het percentage ernstige hinder door trillingen van reizigerstreinen in 2019 ten opzichte van 2013. In de groepen met een afname in de trillingsniveaus van reizigerstreinen en waarin de trillingsniveaus gelijk bleven, zien we een verdrievoudiging van het percentage ernstige hinder.

Figuur 4.6.2 geeft de kans weer (OR) op verandering van de prevalentie van ernstige hinder door trillingen tussen 2013 en 2019 in de drie onderscheiden groepen na correctie voor de invloed van geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{den}) in 2011 en de blootstelling aan trillingen in 2013 ($V_{dir,max}$).



Figuur 4.7.2 De OddsRatio en 95% betrouwbaarheidsinterval voor de prevalentie van ernstige hinder door trillingen van reizigerstreinen in 2019 ten opzichte van 2013 na correctie voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{den}) in 2011 en de blootstelling aan trillingen in 2013 ($V_{dir,max}$)

De verandering in prevalentie in 2019 ten opzichte van 2013 van het percentage ernstige hinder voor reizigerstreinen is statistisch significant, maar het verschil tussen de drie onderscheiden groepen is niet statistisch significant. Samenvattend kunnen we concluderen dat de verandering in ernstige hinder door reizigerstreinen tussen 2013 en 2019 niet toe te schrijven is aan de verandering in blootstelling aan trillingen.

4.8 Is de verandering in ernstige slaapverstoring te verklaren door een verandering in blootstelling?

4.8.1 Verandering in prevalentie ernstige slaapverstoring door treinverkeer in 2019 ten opzichte van 2013

Tabel 4.8.1 geeft de verandering in prevalentie van ernstige slaapverstoring weer door trillingen in 2019 ten opzichte van 2013, uitgedrukt in OddsRatio (OR) en gecorrigeerd voor demografische kenmerken (model 1), demografische kenmerken en geluidsbelasting (model 2), demografische kenmerken, geluidsbelasting en afstand (model 3) en demografische kenmerken, geluid, afstand en blootstelling aan trillingen uitgedrukt in $V_{dir,max}$ (model 4).

Tabel 4.8.1 De verandering van de prevalentie van ernstige slaapverstoring door trillingen van reizigerstreinen en goederentreinen in 2019 ten opzichte van 2013, na correctie voor een aantal demografische factoren, het jaargemiddelde geluidsniveau (L_{night}) in 2011, de afstand tot het spoor en de blootstelling aan trillingen ($V_{dir,max}$) in 2013

Model	**Ernstige slaapverstoring trillingen reizigerstreinen**	**Ernstige slaapverstoring trillingen goederentreinen**
	OR (95% Bthi) N = 1.042	**OR (95% Bthi) N = 1.043**
0	1,919 (1,391 – 2,648)	1,161 (0,954 – 1,412)
1*	1,925 (1,394 – 2,658)	1,166 (0,956 – 1,423)
2†	1,932 (1,398 – 2,669)	1,168 (0,957 – 1,427)
3‡	1,940 (1,402 – 2,683)	1,172 (0,958 – 1,434)
4**	1,932 (1,398 – 2,670)	1,169 (0,957 – 1,428)

*In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau en stedelijkheid; †In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid en de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{night}) in 2011); ‡ In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{night}) in 2011 en de afstand tot de spoorlijn (m); **In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{night}) in 2011 en de blootstelling aan trillingen van treinverkeer (Vdir,max) in 2013.

We zien een toename van de prevalentie van ernstige slaapverstoring door trillingen van zowel reizigerstreinen en goederentreinen in 2019 ten opzichte van 2013. Na correctie voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (L_{night}) in 2011 en de afstand tot de spoorlijn, wordt het verschil in de prevalentie tussen 2013 en 2019 iets groter. Alleen de toename in de prevalentie van ernstige slaapverstoring door trillingen van reizigerstreinen is statistisch significant. De blootstelling aan trillingen zoals gemodelleerd in 2013 lijkt niet van invloed te zijn op de waargenomen verandering in de prevalentie van ernstige slaapverstoring door trillingen.
De 16% toename in ernstige slaapverstoring door trillingen van goederentreinen is niet statistisch significant (met of zonder correctie voor verstorende variabelen).

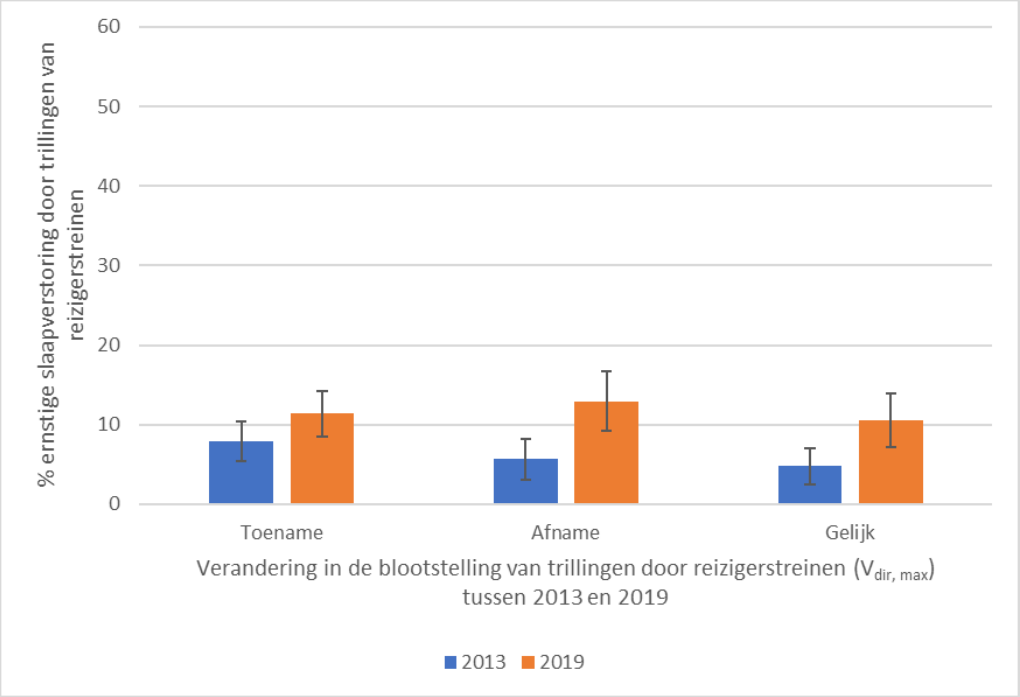
4.8.2 De rol van verandering in blootstelling

Nu we geconstateerd hebben dat het percentage ernstige slaapverstoring is toegenomen voor reizigerstreinen in 2019 ten opzichte van 2013, dringt de vraag zich op in hoeverre deze verandering toe te schrijven is aan de verandering in de feitelijke blootstelling aan trillingen tussen 2013 en 2019, geschat op basis van het OURS-model versie 1.00.

De verandering in trillingen werd bekeken in drie groepen: 1) de groep deelnemers met een toename in trillingen (uitgedrukt in $V_{dir,\ max}$), 2) de groep deelnemers met een afname in trillingen (uitgedrukt in $V_{dir,max}$) en

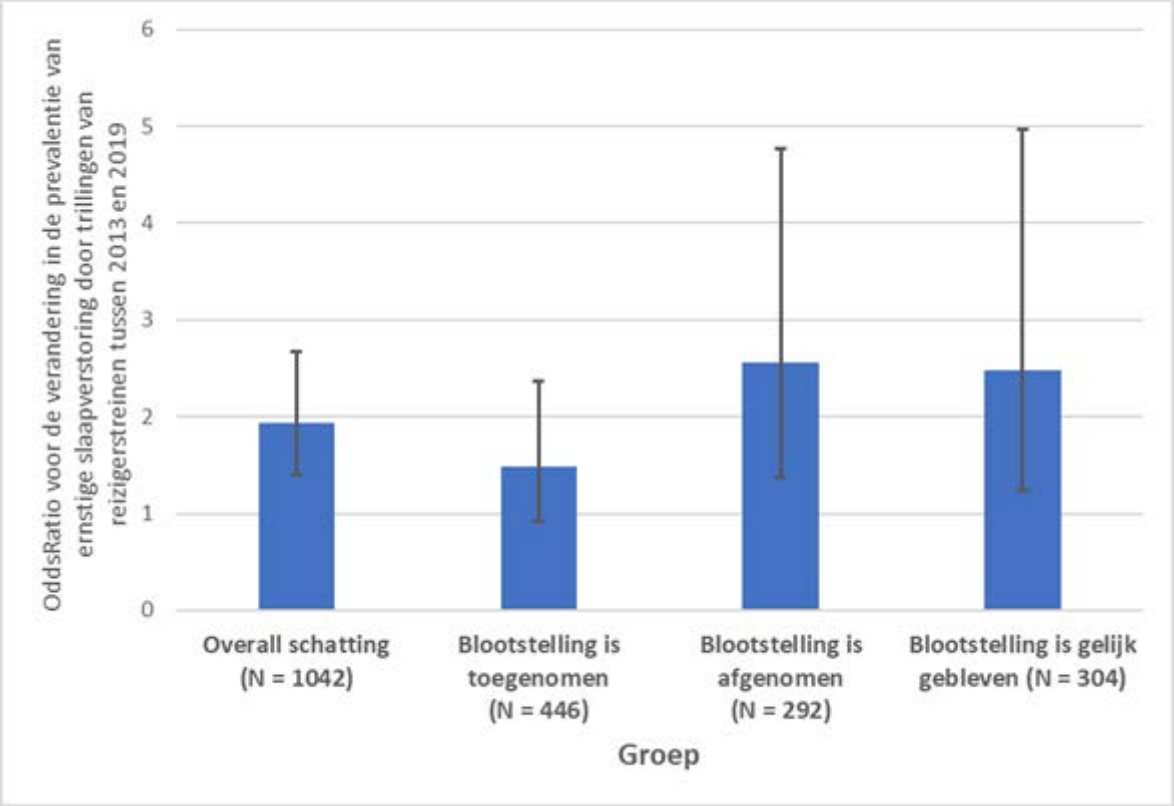
3) de groep deelnemers waarbij de trillingen (uitgedrukt in $V_{dir,max}$) gelijk bleven (voor aantallen zie tabel 4.2.2).

Figuur 4.7.1 toont het percentage ernstige slaapverstoring door trillingen van reizigerstreinen in 2019 ten opzichte van 2013 en in relatie tot de verandering in blootstelling aan trillingen van treinverkeer tussen 2013 en 2019. Hierbij is geen rekening gehouden met demografische factoren en de blootstelling aan geluid van treinverkeer.



Figuur 4.8.1 Het percentage ernstige slaapverstoring door trillingen van reizigerstreinen in 2013 en 2019 en het 95% betrouwbaarheidsinterval voor deelnemers waarbij (i) de blootstelling aan trillingen door reizigerstreinen tussen 2013 en 2019 is toegenomen, (ii) is afgenomen en (iii) gelijk is gebleven

Evenals bij hinder het geval was, zien we in alle drie de groepen een stijging van de prevalentie van het percentage ernstige slaapverstoring in 2019 ten opzichte van 2013. Alleen in de groep deelnemers waarbij de blootstelling aan trillingen van reizigerstreinen tussen 2013 en 2019 is afgenomen, is deze stijging statistisch significant. Ook na correctie voor demografische kenmerken, de blootstelling aan geluid van treinen in de nacht in 2011 en de blootstelling aan trillingen in 2013, blijft deze relatie bestaan (zie figuur 4.8.2). De verschillen tussen de verschillende groepen zijn niet statistisch significant.



Figuur 4.8.2 De OddsRatio voor de verandering in de prevalentie van ernstige slaapverstoring door trillingen van reizigerstreinen tussen 2013 en 2019, en de verandering in blootstelling gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, jaargemiddelde geluidsniveau van treinen tijdens de nacht (2011) (L_{den}) en de blootstelling aan trillingen in 2013 ($V_{dir, max}$)

Samenvattend kunnen we concluderen dat de toename in het percentage ernstige slaapverstoring door reizigerstreinen tussen 2013 en 2019 niet toe te schrijven is aan de verandering in blootstelling aan trillingen.

4.9 Zijn de veranderingen in hinder en slaap te verklaren door een verandering in sociale en persoonlijke factoren?

Bij de meting in 2013 werd geconcludeerd dat de houding ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor, de houding ten opzichte van de uitbreiding van het spoor, een lage acceptatie van trillingen van treinen en negatieve verwachtingen over de toekomstige trillingsniveaus belangrijke determinanten waren van de ervaren hinder door trillingen van treinverkeer. Hoe negatiever de houding en verwachtingen, en hoe lager de acceptatie, des te meer hinder door trillingen van treinen werd gerapporteerd. Het beeld was niet eenduidig. Voor de houding ten aanzien van het beleid en uitbreiding van het spoor was dit verband alleen statistisch significant voor reizigerstreinen. Voor acceptatie en verwachtingen was het verband significant voor zowel de reizigers- als de goederentreinen.

Bij de meting in 2013 werd ook geconcludeerd dat de houding ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor, een belangrijke determinant was van de ervaren slaapverstoring

door trillingen van treinverkeer. Mensen die negatief stonden tegenover het beleid, rapporteerden meer slaapverstoring door trillingen van treinen dan mensen die neutraal of positief oordeelden over het beleid. Voor ernstige slaapverstoring door trillingen van zowel goederen- als reizigerstreinen was dit verband statistisch significant. Ook ervaren mensen die verwachten dat de trillingen als gevolg van de treinen het komende jaar erger zullen worden, meer slaapverstoring dan de mensen die verwachten dat de trillingen gelijk blijven of zullen afnemen. Dat verband was alleen significant voor goederentreinen. Datzelfde geldt voor acceptatie van trillingen; alleen voor goederentreinen zagen we een significante associatie met ernstige slaapverstoring. Daarom werd op de nieuwe meting in 2019 nagegaan of er 1) verandering is opgetreden in houding, verwachtingen en acceptatie, 2) of deze eventuele verandering samenhangt met de verandering in blootstelling en 3) of de eerder geconstateerde veranderingen in ernstige hinder en slaapverstoring kunnen worden verklaard door veranderingen in houding, verwachtingen en acceptatie van trillingen door verschillende aan treinverkeer gerelateerde bronnen. Percentueel/gemiddeld zien we (Tabel 4.9) weinig tot geen verandering in de houding en de mate van acceptatie van trillingen van treinen. Maar in 2019 lijkt men wel positiever te staan tegenover de groei van treinverkeer in vergelijking met 2013 en verwacht men iets minder een verslechtering in blootstelling aan trillingen dan in 2013.

Tabel 4.9 Houding ten aanzien van het beleid, de uitbreiding van het spoor, acceptatie van en verwachtingen ten aanzien van toekomstige trillingsniveaus in 2013 en 2019

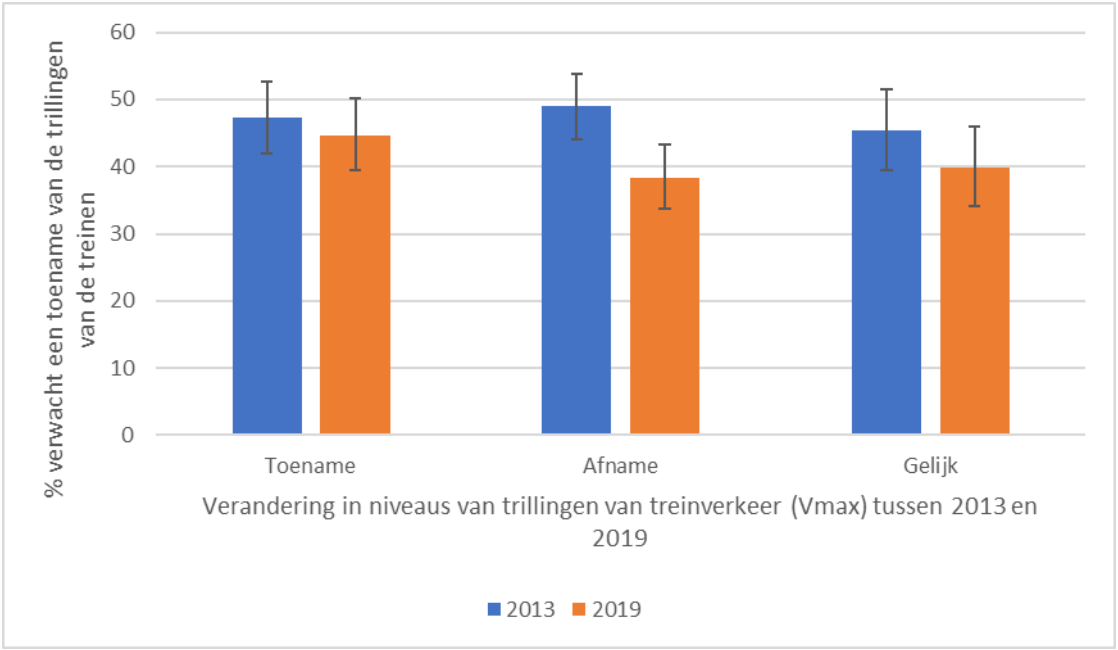
	2013		**2019**		**N**
	%	**Gem (SD)**	**%**	**Gem (SD)**	
Verwacht een achteruitgang in de trillingen van de treinen	49,8		42,3		1254
Trillingen door treinen zijn (zeer) onacceptabel	39,8		40,0		1327
Houding ten aanzien van beleid treinen (score waarbij 0 = zeer positief, 10 = zeer negatief)		5,68 (2,53)		5,97 (2,52)	1205
Negatieve houding ten aanzien van beleid treinen	24,4		28,7		1132
Houding ten aanzien van groei treinen (score waarbij 0 = zeer positief, 10 = zeer negatief)		5,99 (2,96)		5,81 (2,69)	1132
Negatieve houding ten aanzien van groei treinen	34,2		29,7		1132

Afkortingen: % Percentage, Gem = Gemiddelde, SD = Standaarddeviatie, N = Aantal deelnemers
Ondanks het feit dat er gemiddeld geen grote veranderingen in houding, verwachtingen en acceptatie zijn gevonden, zijn er binnen groepen wel wat verschuivingen opgetreden.

Onderstaand wordt nagegaan of en in welke mate deze veranderingen samenhangen met veranderingen in blootstelling aan trillingen ($V_{dir,max}$) van treinverkeer in 2019 ten opzichte van 2013. Vervolgens is gekeken of de veranderingen in houding samenhangen met de toename in het percentage ernstig gehinderd en slaapverstoord.

4.9.1 *Sociale en persoonlijke factoren in samenhang met verandering in blootstelling*

Uit de analyse blijkt dat het percentage deelnemers met een negatieve houding ten opzichte van het beleid ten aanzien van treinen/het spoor tussen 2013 en 2019 iets is toegenomen, ongeacht de verandering in blootstelling. Het percentage deelnemers met een negatieve houding ten opzichte van plannen ten aanzien van de uitbreiding van het aantal treinen tussen 2013 en 2019 is daarentegen afgenomen. De mate waarin mensen trillingen van treinen acceptabel vinden, hangt niet lineair samen met de verandering in de blootstelling aan niveaus van trillingen door treinverkeer tussen 2013 en 2019. Zowel in de groep deelnemers waarin de blootstelling toenam als in de groep deelnemers waarin de blootstelling afnam, is het percentage deelnemers dat de trillingen van treinen (zeer) onacceptabel vindt in 2019 toegenomen in vergelijking met 2013. Bij gelijkblijvende blootstelling nam deze juist af. Het percentage deelnemers dat een toename van de trillingen van de treinen verwacht, is afgenomen in 2019 ten opzichte van 2013. De afname is het grootst bij deelnemers waar de blootstelling aan trillingen door treinverkeer ook daadwerkelijk is afgenomen, waarbij het verschil tussen groepen statistisch significant is (Chi-square = 17,02, p< 0,0001) (zie figuur 4.8.1).



Figuur 4.9.1 Verandering in de verwachting van een toename van de trillingen van de treinen tussen 2013 en 2019 in relatie tot de verandering in blootstelling aan trillingen door treinverkeer ($V_{dir,max}$)

De verandering in de verwachting van een toename van de trillingen van de treinen tussen 2013 en 2019 in relatie tot de verandering in blootstelling aan trillingen door goederen en reizigerstreinen is terug te vinden in bijlage 6. Ook daar bleek de afname het grootst te zijn in de groep deelnemers waar de trillingen door goederen- en/of reizigerstreinen ook daadwerkelijk zijn afgenomen.

4.9.2 Veranderingen in ernstige hinder en slaapverstoring in relatie tot veranderingen in houding, verwachtingen en acceptatie

In de derde stap werd tot slot nagegaan of de gevonden veranderingen in ernstige hinder en ernstige slaapverstoring verklaard kunnen worden door een verandering in de houding ten opzichte van het spoorbeleid, houding ten aanzien van uitbreiding van het spoor, de mate van acceptatie van trillingen en verwachtingen ten aanzien van toekomstige trillingsniveaus. Voor uitleg wordt verwezen naar bijlage 8. Hierbij werden vier groepen onderscheiden:

I neutraal of positief in 2013 en 2019 (60%);
II negatief in 2013, maar neutraal of positief in 2019 (13%);
III neutraal of positief in 2013, negatief in 2019 (13%);
IV negatief in 2013 en 2019 (13%).

In de analyses worden de vier groepen steeds met elkaar vergeleken. De analyses werden gedaan per treintype (Goederen versus Reizigers) en per uitkomst (percentage ernstige hinder, percentage ernstige slaapverstoring), en werden steeds gecorrigeerd voor demografische kenmerken, geluid en trillingsniveaus in 2013. Nagegaan werd of de verandering in houding ten aanzien van beleid, groei en acceptatie en verwachtingen over toekomstige trillingsniveaus samenhangt met een verandering in ernstige hinder of slaapverstoring.

Resultaten laten zien dat een toename van ernstige hinder door zowel goederen- als reizigerstreinen significant samenhangt met een verandering in houding ten aanzien van het beleid en dan alleen voor mensen die in 2013 hier positief of neutraal tegenover stonden en in 2019 negatief (groep III).

Hetzelfde patroon zien we voor een verandering in houding ten aanzien van groei van activiteit op het spoor maar dan alleen voor goederentreinen. En ook de groepen die in 2013 de trillingen van treinen als acceptabel beoordeelden en in 2019 als onacceptabel of die een achteruitgang verwachtten in 2019, laten een toename zien in ernstige hinder door goederentreinen. Het gaat hier overigens om een relatief kleine groep. De analyses zijn herhaald voor ernstige slaapverstoring. Dit leverde een minder eenduidig patroon op. De meeste verschillen tussen groepen worden gevonden voor goederentreinen, terwijl gemiddeld gezien er nauwelijks sprake was van een toename van ernstige hinder of ernstige slaapverstoring. Het gaat dus om een relatief effect, waarbij in de ene groep sprake is van een toename en in de andere groep een afname te zien is.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat de veranderingen in hinder en slaapverstoring slechts gedeeltelijk verklaard kunnen worden door veranderingen in houding, acceptatie en verwachtingen. De relatie

is steeds alleen significant voor goederentreinen met uitzondering van houding ten aanzien van het beleid, die een significant verband toont voor reizigers- en goederentreinen.

Waar voor hinder de grootste toename te zien is bij deelnemers die in 2013 neutraal of positief waren en in 2019 negatief, geldt voor slaapverstoring dat de grootste toename gevonden wordt voor de groep die op beide meetmomenten negatief was in termen van houding, acceptatie en verwachtingen ten aanzien van toekomstige trillingsniveaus.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Hoofdconclusies

Het primaire doel van deze herhaalmeting is om na te gaan hoe de situatie langs het spoor zich heeft ontwikkeld sinds de meting in 2013 in termen van hinder en (ervaren) gezondheid ten gevolge van trillingen van treinen. In het onderzoek is nagegaan hoe de woontevredenheid en reacties op trillingen van treinen, in termen van hinder, slaapverstoring, gezondheidsklachten en medicijngebruik, zich in de laatste zes jaar (2013, 2019) hebben ontwikkeld. Deze veranderingen zijn vervolgens gerelateerd aan wat bekend is over veranderingen in de trillingsniveaus, en veranderingen in verwachtingen en attitudes ten aanzien van beleid, groei en de mate waarin men trillingen van treinen acceptabel vindt. Daarnaast is gekeken naar mogelijk andere verklaringen voor de waargenomen verschuivingen sinds 2013.

De resultaten op een rijtje
Sinds 2013 is het percentage ernstige hinder en ernstige slaapverstoring door het totale treinverkeer en door goederentreinen iets toegenomen. De percentages ernstige hinder door trillingen van goederentreinen (40% in 2013, 43% in 2019) en ernstige slaapverstoring (30% in 2013 en 32% in 2019) zijn hoog maar redelijk stabiel in de tijd.
De ernstige hinder door reizigerstreinen en ernstige slaapverstoring waren daarentegen relatief laag, maar gestegen van respectievelijk 8% naar 20% en van 6% naar 11%. Ook scoren deelnemers iets hoger op ernstige hinder door andere trillingsbronnen.

Over het algemeen is de woontevredenheid met 93% (tevreden tot zeer tevreden) gelijk gebleven, is men iets positiever geworden over te verwachten trillingen van treinen, maar negatiever over geluid van buren en wegverkeer en het beschikbare groen in de buurt.
In gezondheidsklachten, slaapkwaliteit en medicijngebruik zijn geen veranderingen gemeten ten opzichte van 2013. De lichte afname in ervaren gezondheid kan beschouwd worden als een leeftijdseffect.

Duiding van de bevindingen
Voor de toename van het percentage ernstige hinder door alle trillingsbronnen (voor vier van de onderzochte bronnen is er sprake van een verdubbeling) en de verdubbeling van het percentage ernstige hinder en slaapverstoring door reizigerstreinen is geen duidelijke verklaring. Landelijk gezien zijn de trillingsniveaus van treinen hetzelfde gebleven, evenals de houding ten aanzien van het beleid en de groei van het treinverkeer. De verwachtingen van omwonenden over de trillingsniveaus in de toekomst zijn in 2019 zelfs iets positiever dan in 2013. Wel kan het zijn dat de situatie lokaal verschilt en mensen lokaal meer hinder en slaapverstoring ervaren dan uit het landelijke beeld blijkt. Dit zou nader onderzocht moeten worden om duiding te geven aan de gevonden verschillen.

Veranderingen in houding, verwachtingen en acceptatie, die beperkt zijn maar in subgroepen wel voorkomen, verklaren vooral voor

goederentreinen de verandering in het percentage ernstige hinder en slaapverstoring. Een toename in ernstige hinder wordt vaker gevonden voor 1) de groep die in 2013 neutraal of positief stond ten opzichte van beleid, en in 2019 negatief, 2) mensen die de trillingen in 2019 als minder acceptabel beoordelen dan in 2013 en 3) mensen die in 2019 verwachtten dat de trillingsniveaus nog verder zullen toenemen. Bij mensen die zowel in 2013 als 2019 een negatief oordeel hadden op al deze aspecten, zien we vaker een toename van het percentage ernstige slaapverstoring in 2019.

Een vergelijking van de deelnemers en niet-deelnemers toont dat het percentage deelnemers dat binnen 50 meter van het spoor woont, in 2019 iets hoger is ten opzichte van 2013. En tot slot is er mogelijk sprake van een lichte mate van onbedoelde selectie op grond van ernstige hinder door trillingen.

5.2 Sterke en zwakke kanten van de herhaalmeting

Er is bij deze herhaalmeting geen non-responsonderzoek uitgevoerd. Wel werd (zie 3.6) een vergelijking gemaakt van de deelnemers in 2019 en de genodigden met alle deelnemers uit het onderzoek in 2013 (4.927) voor leeftijd, geslacht, opleiding en andere kenmerken zoals regio, houding, verwachtingen en woontevredenheid. Er is bij deze herhaalmeting afgezien van een non-responsonderzoek, omdat bij de eerdere ronden de deelname hieraan zeer beperkt was (zo'n 29%). Maar doorslaggevend bij deze keuze was het gegeven dat we hier te maken hebben met een herhaalmeting. We streven hierbij niet naar een representatieve steekproef, en een generalisatie (en weging) van de bevindingen voor de totale populatie, maar vergelijken de respondenten met zichzelf om trends in situationele, sociale en persoonlijke factoren, blootstelling en effecten te monitoren.

Sinds 2013 is er in tal van gemeenten aandacht geweest voor de geluidsanering MJPG Spoor (Meerjarenprogramma Geluidsanering Spoor). Daarbij worden geluidsmaatregelen en/of gevelisolatie voorgesteld om enkele duizenden locaties met te hoge geluidsbelastingen aan te pakken. Het is mogelijk dat de lokale berichtgeving daarover invloed heeft gehad op de beleving van geluid en wellicht ook op die van trillingen van treinen.

5.3 Aanknopingspunten voor het beleid en vervolg

Met onder andere het onderzoek 'Wonen langs het Spoor' in 2013 is het onderwerp van effecten van trillingen van treinen in Nederland op de 'beleidsagenda' geplaatst. De resultaten van deze herhaalmeting laten zien dat een aanzienlijk aantal deelnemers nog steeds ernstige hinder en slaapverstoring ondervindt. Terwijl de hinder door trillingen van goederentreinen in de laatste jaren gemiddeld gelijk is gebleven, zien we een toename van het percentage ernstige hinder door reizigerstreinen. Dit kan niet verklaard worden door een gemiddelde verandering in trillingsniveaus, noch door veranderingen in contextuele en persoonlijke factoren zoals de houding ten opzichte van railverkeer, beleid en verwachtingen over toekomstige trillingsniveaus. Duiding van deze bevindingen moet gezocht worden in lokale omstandigheden en bieden op dat schaalniveau mogelijk aanknopingspunten voor het beleid.

In 2021 staat een vervolgmeting gepland op een nieuwe steekproef van zestienjarige en oudere omwonenden van het spoor op maximaal 300 meter. Bij deze meting zullen alle 1.349 deelnemers uit 2019 opnieuw worden uitgenodigd, die aangaven dat ze opnieuw benaderd mogen worden. Daarnaast zal een nieuwe groep worden uitgenodigd van omwonenden die nog niet eerder een uitnodiging ontvingen. Het doel van deze vervolgmeting is in de eerste plaats het afleiden van een blootstelling-effectrelatie voor ernstige hinder en slaapverstoring. Dit dient als basis voor verdere beleidsontwikkeling en eventuele regelgeving ten aanzien van trillingen van het spoor.

Dankwoord

Dit rapport is tot stand gekomen in opdracht van en gefinancierd door IenW/DGMI/DLCE. Wij zijn zeer erkentelijk voor de bijdragen van Arnaud Kok en Annemiek van Overveld.

Referenties

Aaronson N.K., Muller M., Cohen P.D.A., Essink-Bot M. Fekkes M., Sanderman R., Sprangers M.A.G., Velde A. te, Verrips E., *age Version of the SF-36 Health Survey in Community and Chronic Disease Populations*. *Journal of Clinical Epidemiology*, 1998. 51(11): p. 1055-1068. 52, CBS: Den Haag.

Beleidsregel trillingshinder spoor (2014).

Centraal Bureau voor de Statistiek, Gezondheid en Zorg in cijfers. Statline, 2019

Centraal Bureau voor de Statistiek. Gezondheid en Zorg in cijfers Statline 2014

EC European commission, et al. *White paper: Roadmap to a single European transport area towards a competitive and resource efficient transport system*. COM (2011), 2011, 144.

Elias, P., Villot, M., Deliverable D1.4 van het RIVAS-project, *Review of existing standards, regulations and guidelines, as well as laboratory and field studies concerning human exposure to vibration*, 12/01/2011

Guski, R., Schreckenberg, D., & Schuemer, R. (2017). *WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and annoyance*. *International journal of environmental research and public health*, 14(12), 1539.

Hoeymans N., Picavet H.S.J., Tijhuis M.A.R. Wat is ervaren gezondheid en hoe wordt het gemeten? Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid 2005; *Available from*: http://www.nationaalkompas.nl\Gezondheid en ziekte\Functioneren en kwaliteit van leven\ervaren gezondheid.

ISO, *Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys 2002*, ISO.

Janssen S.A., Hofstetter H., Vos H., *Predicting vibration annoyance from distance to the railway*. 2013, TNO: Utrecht.

Janssen S.A., Vos H., Koopman A., *Deliverable D1.2 – Exposure-response relationships and factors influencing these relationships*. 2013,

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

Kamp I. van, *Coping with noise and its consequences*. 1990: STYX, Groningen.

Kempen, van Kamp, I., Baumann, R.A., & van Wijnen, H.J. (2013). Gezondheidseffecten van trillingen door treinen: Een review. RIVM rapport 630650004/2013

Klaeboe, R., et al., *Vibration in dwellings from road and rail traffic. Part II: exposure-effect relationships based on ordinal logit and logistic regression models*. *Applied Acoustics*, 2003. 64: p. 89-109.

Kok A. et al., 2021 *Dutch calculation model for railway vibrations*, in voorbereiding.

Koopman en C. Ostendorf voor het project 'Herziening BTS', Kenmerk LA.131001a.M04, 15 januari 2018: Memo zonder titel

Maclachlan, L., Ögren, M., van Kempen, E., Hussain-Alkhateeb, L., & Persson Waye, K. (2018). *Annoyance in response to vibrations from railways. International journal of environmental research and public health*, 15(9), 1887.

Miedema H.M., Vos H., *Noise annoyance from stationary sources: relationships with exposure metric day-evening-night level (DENL) and their confidence intervals*. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2004 Jul;116(1):334-343. DOI: 10.1121/1.1755241.

Miedema H.M. and C.G. Oudshoorn (2001), *Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals Environ Health Perspect*. 2001 Apr; 109(4): 409–416. doi: 10.1289/ehp.01109409

Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, Besluit tot vaststelling van beleidsregels ten aanzien van trillingshinder ten behoeve van de vaststelling van tracé besluiten voor de aanleg, wijziging of het opnieuw in gebruik nemen van een landelijke spoorweg, ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Staatscourant*, 18 april 2012, nr. 7532.

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

Stand van zaken beleidsintensivering Spoortrillingen (2019) www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/07/18/stand-van-zaken-beleidsintensivering-spoortrillingen

Terluin B., Terluin M., Prince K., van Marwijk H.W.J. De Vierdimensionale Klachtenlijst (4DKL) spoort psychische problemen op. [Nascholing] Huisarts Wet 2008; 51: 251-5 ** met in 2014 herziene afkappunten voor angst (Terluin B.).

van Kamp I., et al. Wonen langs het spoor: Gezondheidseffecten van trillingen door treinen. 2015. RIVM Rapport 2014-0096

Waddington D., Woodcock, J., Smith, M.G., Janssen, S., & Persson Waye, K. (2015). *CargoVibes: human response to vibration due to freight rail traffic*. *International Journal of Rail Transportation*, 3(4), 233-248.

World Health Organization. (2018). *Environmental noise guidelines for the European region*.

Zee K.I. van der, Sanderman R., Het meten van de algemene gezondheidstoestand met de RAND-36. Een handleiding. 1993, Groningen: Noordelijk Centrum voor Gezondheidsvraagstukken. 50. Evers A., Vliet-Mulder J.C. van, Groot C.J., Documentatie van tests en testresearch in Nederland. Deel 1 en 2. 2000, Amsterdam/Assen: NIP/Van Gorcum.

Bijlage 1. Verklarende Woordenlijst en Afkortingen

Bthi, 95%	Betrouwbaarheidsinterval. Geeft het gebied van waarden aan (interval), waarbinnen de werkelijke waarde in de onderzoekspopulatie ligt. 95% betekent dat wanneer we het onderzoek zouden herhalen 95 van de 100 herhalingen een resultaat geven dat binnen dat interval ligt. Betrouwbaarheid zegt iets over de nauwkeurigheid van de berekende waarden.
Bts	Beleidsregel trillingshinder spoor
dB(A)	Decibel, maat voor het geluidsniveau. Het menselijk oor is niet even gevoelig voor geluiden bij verschillende frequenties. Om met deze frequentie-afhankelijkheid rekening te houden, gebruikt men bij het meten van geluid een filter met ongeveer dezelfde frequentie-afhankelijkheid als het menselijk gehoororgaan. Dit is een geluidsfilter met de zogenoemde A-karakteristiek. Als de geluidsdrukniveaus zijn gemeten met gebruikmaking van het A-filter, noemt men de uitkomst het geluidsniveau in dB(A).
Dwarsdoorsnede onderzoek	Dwarsdoorsnede: een studie op één moment in de tijd
Hz	Hertz. Dit is een maat voor de frequentie van geluid en trillingen. Het aantal drukvariaties per seconde is de frequentie van een geluid. De frequentie bepaalt ook de toonhoogte.
I&M	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
IKA	Interkwartielafstand = het verschil tussen het eerste en derde kwartiel
Odds Ratio	De verhouding tussen de waarschijnlijkheid dat een gebeurtenis optreedt (zal optreden) en de waarschijnlijkheid dat ze niet optreedt (zal optreden)
PHS	Programma Hoogfrequent Spoorvervoer
Prevalentie	Het voorkomen van aandoening/respons in een bepaalde populatie
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RMS	Frequentie gewogen '*root-mean-square*'. Blootstellingsmaat (vaak een gemiddelde) voor trillingen over langere perioden of om de omvang van trillingsgebeurtenissen (*events*) uit te drukken. Deze blootstellingsmaat wordt vooral gebruikt bij continue trillingen.
RMS_{24hr}	RMS-blootstellingsmaat over een beoordelingstijd van 24 uur.
SBR B-richtlijn	'Stichting Bouw Research' B-richtlijn. Deze richtlijn (geen wetgeving) geeft een eerste aanzet hoe om te gaan met trillingshinder, waarbij wordt aangestuurd op overleg met alle betrokken partijen om maatregelen te overwegen en te beoordelen of de hinder acceptabel is of niet.
SRS	*Swedish Railway Survey*

VDV	'*Vibration Dose Value*'. Dit is een cumulatieve blootstellingsmaat voor trillingen over een specifieke beoordelingsperiode (in m/s1,75). Deze blootstellingsmaat wordt vooral gebruikt als de trillingen onregelmatig voorkomen.
$VDV_{b,\ 23:00\text{-}7:00}$	VDV-waarde tijdens de nachtperiode
$VDV_{b,24hr}$	VDV-waarde over een beoordelingstijd van 24 uur
V_{max}	De hoogste effectieve trillingssterkte gedurende een bepaalde beoordelingsperiode (SBR B). In de Beleidsregel trillingshinder spoor wordt voor de meet-technische bepaling van de V_{max} een beoordelingsperiode van één week genomen.
$V_{dir,max}$	De hoogste effectieve trillingssterkte gedurende een week, waarbij de richtingsafhankelijke frequentieweging voor menselijke perceptie is toegepast, zoals vastgelegd in ISO 2631. De $V_{dir,max}$ lijkt sterk op de V_{max} uit de Bts, met dit verschil dat in de V_{max} een richtingsonafhankelijke DIN-weging wordt toegepast. In de $V_{dir,max}$ worden de frequenties in de horizontale trillingsrichtingen anders gewogen dan in de verticale trillingsrichting, hetgeen beter aansluit bij de menselijke perceptie van trillingen.
V_{per}	De gemiddelde trillingssterkte gedurende de beoordelingsperiode, gewogen naar de duur van de blootstelling.
V_{w95}	Blootstellingsmaat (in mm/s) die in Noorwegen wordt gebruikt. Het geeft het 95-percentiel van de trillingsniveaus.

Bijlage 2. Vragenlijst Herhaalmeting Wonen langs het Spoor

Respondentnummer: | |

TOELICHTING bij de vragenlijst woonomgeving en gezondheid in de buurt

Leest u, voordat u de vragenlijst gaat invullen, onderstaande aanwijzingen aandachtig door.

Het is de bedoeling dat diegene van het huishouden (alleenstaande, gezin, woongroep of andere samenlevingsvorm), die de vragenlijst in 2013 had ingevuld deze nieuwe versie van de vragenlijst invult.

Probeert u alle vragen zelf te beantwoorden (dus zonder hulp van bijvoorbeeld uw partner, kinderen of andere huisgenoten). Mocht dit niet mogelijk zijn, bijvoorbeeld omdat u slecht ziet of omdat u de vragen niet goed begrijpt, dan kan iemand anders u helpen met het invullen van de vragenlijst; het is echter belangrijk dat u zelf de antwoorden geeft.

Het is belangrijk dat u alle vragen invult. Er zijn geen 'goede' of 'foute' antwoorden. Het gaat om uw eigen ervaringen. Kies dus steeds het antwoord dat het beste bij u past.

De meeste vragen kunt u beantwoorden door een kruisje te zetten in het vakje dat hoort bij het door u gekozen antwoord. Gebruikt u hiervoor een zwarte of blauwe pen (geen viltstift).

VOORBEELD 1

Woont u in een koop- of in een huurwoning?	☒ Koopwoning ☐ Huurwoning

→ U hebt 'Koopwoning' ingevuld.

Als u zich heeft vergist met aankruisen, laat dan het verkeerde kruisje staan en maak het juiste vakje helemaal zwart (zie voorbeeld 2).

VOORBEELD 2

→ U hebt nu 'Huurwoning' ingevuld.

Woont u in een koop- of in een huurwoning?	☒ Koopwoning ■ Huurwoning

ALVAST HARTELIJK DANK VOOR HET INVULLEN VAN DEZE VRAGENLIJST

Herhaalonderzoek 'Wonen langs het spoor'

In 2013 deed u mee aan een onderzoek naar de effecten van wonen langs het spoor in Nederland, dat RIVM deed in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (nu Waterstaat). Het ministerie heeft het RIVM verzocht opnieuw te onderzoeken wat de ontwikkelingen zijn langs het spoor en wat effecten zijn voor de bewoners langs het spoor. U heeft toen aangegeven dat wij u opnieuw mogen benaderen voor vervolgonderzoek. Met deze brief vragen wij u aan dit onderzoek mee te doen. **HET IS BELANGRIJK DAT DEZELFDE PERSOON UIT UW HUISHOUDEN MEEDOET.**

Waarom dit onderzoek?

Het doel van dit onderzoek is om een beeld te krijgen van de kwaliteit van leven van mensen die aan het spoor wonen en ontwikkelingen hierin. Hoe wordt het wonen beleefd en wat zijn de positieve en wat zijn de negatieve kanten? Het onderzoek vindt plaats onder bewoners die in 2013 ook mee hebben gedaan aan het onderzoek. Doel van deze herhaalmeting is om na te gaan hoe mensen het wonen langs het spoor nu ervaren en dit te koppelen aan wat bekend is over veranderingen die zich langs het spoor hebben voltrokken. Dit is van belang voor het tegengaan van eventuele negatieve gevolgen voor omwonenden langs het spoor.

1. Heeft u in het onderzoek van 2013 deze vragenlijst ook ingevuld?	☐Ja | ☐Nee

2 Zo nee, wat is de reden dat deze persoon zelf de vragenlijst niet invult?	

Blok I. Uw woonomgeving

Hieronder volgt een aantal vragen over uw woonomgeving. Hiermee bedoelen we de buurt ofwel het gebied dat in de directe omgeving van uw woning ligt. De makkelijkste manier om dit voor te stellen is om een gebied te nemen dat binnen 10-15 minuten lopen is van uw huis.

3. **Hoe tevreden bent u met uw woonomgeving? Druk dit uit in een rapportcijfer van 1 t/m10; 1 = zeer ontevreden, 10 = zeer tevreden.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. **Wat zijn de prettige kanten aan het wonen hier?**
Meerdere antwoorden mogelijk

- ☐ De rustige omgeving
- ☐ Je hebt hier de ruimte
- ☐ We hebben fijne buren
- ☐ Er zijn voldoende groenvoorzieningen
- ☐ Het is een mooie omgeving
- ☐ De centrale ligging
- ☐ De winkels zijn dichtbij
- ☐ De landelijke omgeving
- ☐ Het station is dichtbij
- ☐ De schone lucht
- ☐ Er zijn geen prettige kanten
- ☐ Anders, namelijk …

5. **Wat zijn de onprettige kanten aan het wonen hier?**
Meerdere antwoorden mogelijk

- ☐ Er zijn te weinig speelterreinen
- ☐ Onveiligheid op straat
- ☐ Er is onvoldoende openbaar vervoer
- ☐ Het spoor
- ☐ De buren
- ☐ De luchtvervuiling
- ☐ Je woont te dicht op elkaar
- ☐ Het lawaai
- ☐ Er zijn geen onprettige kanten
- ☐ Anders, namelijk …

Kunt u aangeven op welke aspecten u het afgelopen jaar een vooruitgang of achteruitgang heeft ervaren?

	Per regel één antwoord aankruisen	VOORUITGANG	ACHTERUIT-GANG	VERWACHT GELIJKBLIJVENDE SITUATIE
6.	**Groenvoorzieningen in de buurt**	☐	☐	☐
7.	**Veiligheid van de buurt als gevolg van criminaliteit**	☐	☐	☐
8.	**De bewoners**	☐	☐	☐
9.	**Geluid van buren**	☐	☐	☐
10.	**Trillingen van treinen**	☐	☐	☐
11.	**Geluid van treinen**	☐	☐	☐
12.	**Geluid van Wegverkeer**	☐	☐	☐
13.	**Anders, namelijk**			
14.				

15.	**Denkt u dat de buurt waarin u woont het komende jaar vooruit of achteruit zal gaan?**	☐ Vooruitgang ☐ Achteruitgang ☐ Gelijkblijvende situatie

Kunt u aangeven op welke aspecten u het komende jaar een vooruit- of achteruitgang verwacht?

	Per regel één antwoord aankruisen	VOORUITGANG	ACHTERUITGANG	VERWACHT GELIJKBLIJVEN DE SITUATIE
16.	**Groenvoorzieningen in de buurt**	☐	☐	☐
17.	**Veiligheid van de buurt als gevolg van criminaliteit**	☐	☐	☐
18.	**De bewoners**	☐	☐	☐
19.	**Geluid van buren**	☐	☐	☐
20.	**Trillingen van treinen**	☐	☐	☐
21.	**Geluid van treinen**	☐	☐	☐
22.	**Geluid van Wegverkeer**	☐	☐	☐
23.	**Anders, namelijk**	☐	☐	☐
24.				

Blok II. Trillingen in en rondom uw woning

We stellen in dit blok een aantal vragen **over trillingen** die u thuis (dus in uw huis, voor de deur, in uw tuin of op uw balkon) wel eens gevoeld, gezien of gehoord heeft. Het gaat om uw ervaring over de **afgelopen twaalf maanden**.

Als u denkt aan de afgelopen twaalf maanden, welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate trillingen van onderstaande bronnen **u hinderen, storen of ergeren** wanneer u thuis bent? Als een bron niet waarneembaar is bij u thuis, vul dan alleen de linker kolom (niet waarneembaar) in.

Ik ben helemaal niet (0) gehinderd ⟷ Ik ben extreem (10) gehinderd

Per regel één antwoord		**Niet waarneembaar**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
25.	**Wegverkeer**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
26.	**Treinverkeer**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
27.	**Vliegverkeer**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
28.	**Industrie of bedrijven**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
29.	**Bouwactiviteiten, waaronder bouw-, sloop-, of wegwerkzaam-heden**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
30.	**Buren**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
31.	**Windturbines**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

We gaan nu wat dieper in op trillingen door treinverkeer. Kunt u voor onderstaande bronnen aangeven of deze in de afgelopen twaalf maanden wel eens trillingen veroorzaakten, en indien ja: hoe vaak dat dan was.

32.	**Trillingen gevoeld, gezien of gehoord door passagierstrein**	☐Ja | ☐Nee
33.	**Zo ja, hoe vaak?**	☐ Dagelijks ☐ 2-3 per week ☐ 1 keer per week ☐ 1 keer per maand ☐ Tenminste 1 keer per jaar ☐ Zelden of nooit

34.	**Trillingen gevoeld, gezien of gehoord door goederentrein**	☐Ja | ☐Nee
35.	**Zo ja, hoe vaak?**	☐ Dagelijks ☐ 2-3 per week ☐ 1 keer per week ☐ 1 keer per maand ☐ Tenminste 1 keer per jaar ☐ Nooit

36.	**Trillingen gevoeld, gezien of gehoord door..**	☐Ja | ☐Nee
37.	**Zo ja, welke bron?**	
38.	**Zo ja, hoe vaak?**	☐ Dagelijks ☐ 2-3 per week ☐ 1 keer per week ☐ 1 keer per maand ☐ Tenminste 1 keer per jaar ☐ Nooit

Als u denkt aan de afgelopen twaalf maanden, welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate **trillingen** van onderstaande bronnen u **hinderen, storen of ergeren** wanneer u thuis bent? Als een bron niet waarneembaar is bij u thuis, vul dan alleen de linker kolom (niet waarneembaar) in

Ik ben helemaal niet (0) gehinderd ⟷ Ik ben extreem (10) gehinderd

Per regel één antwoord		**Niet waarneem-baar**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
39.	**Passagierstreinen**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
40.	**Goederentreinen**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
41.	**Anders, namelijk…**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
42.													

Als u denkt aan de afgelopen twaalf maanden, welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate **trillingen** van onderstaande bronnen **uw slaap verstoren** wanneer u thuis bent? Als een bron niet waarneembaar is bij u thuis, vul dan alleen de linker kolom (niet waarneembaar) in.

Ik ben helemaal niet (0) slaapverstoord ⟷ Ik ben extreem (10) slaapverstoord

Per regel één antwoord		**Niet waarneem-baar**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
43.	**Passagierstreinen**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
44.	**Goederentreinen**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
45.	**Anders, namelijk…**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
46.													

Blok III. De geluidssituatie in en rondom uw woning

De volgende vragen gaan over de geluidssituatie bij u thuis. We willen graag weten welke geluiden u thuis hoort, en hoe u deze ervaart. **Het gaat om uw ervaring over de afgelopen twaalf maanden.**

47. Hoe waardeert u de geluidssituatie <u>in en rondom uw woning</u>?	☐ Zeer goed ☐ Goed ☐ Niet slecht en niet goed ☐ Slecht ☐ Zeer slecht

Denk bij deze vraag aan de afgelopen twaalf maanden. Welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate **<u>geluid</u>** van de onderstaande bronnen u **hindert, stoort of ergert** wanneer u thuis bent? Als een bron niet waarneembaar is bij u thuis, vul dan alleen de linker kolom (niet hoorbaar) in.

Ik ben helemaal niet (0) gehinderd ◄——————————► Ik ben extreem (10) gehinderd

Per regel één antwoord		Niet hoorbaar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
48.	**Wegverkeer**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
49.	**Vliegverkeer**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
50.	**Treinverkeer**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
51.	**Industrie of bedrijven**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
52.	**Bouwactiviteiten, waaronder bouw-, sloop-, of wegwerkzaamheden**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
53.	**Buren**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
54.	**Windturbines**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Denk bij deze vraag aan de afgelopen twaalf maanden. Welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate **geluid** van de onderstaande bronnen **uw slaap verstoort** wanneer u thuis bent? Als een bron niet waarneembaar is bij u thuis, vul dan alleen de linker kolom (niet hoorbaar) in.

Ik ben helemaal niet (0) slaapverstoor ⟷ Ik ben extreem (10) slaapverstoord

Per regel één antwoord		**Niet hoorbaar**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
55.	**Wegverkeer**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
56.	**Vliegverkeer**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
57.	**Treinverkeer**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
58.	**Industrie of bedrijven**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
59.	**Bouwactiviteiten, waaronder bouw-, sloop-, of wegwerkzaamheden**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
60.	**Buren**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
61.	**Windturbines**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Denk bij deze vraag aan de afgelopen twaalf maanden. Welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate **geluid** van de onderstaande bronnen u **hindert, stoort of ergert** wanneer u thuis bent? Als een bron niet waarneembaar is bij u thuis, vul dan alleen de linker kolom (niet hoorbaar) in.

Ik ben helemaal niet (0) gehinderd ⟷ Ik ben extreem (10) gehinderd

Per regel één antwoord		**Niet hoorbaar**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
62.	**Passagierstreinen**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
63.	**Goederentreinen**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
64.	**Spooronderhoud of enige andere activiteit op het spoor (bijvoorbeeld rangeren, treinen wassen, geluiden van het station)**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

We gaan nu wat dieper in op het geluid van de treinen en werkzaamheden aan het spoor.

Denk bij deze vraag aan de afgelopen twaalf maanden. Welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate **geluid** van de onderstaande bronnen **uw slaap verstoort** wanneer u thuis bent? Als een bron niet waarneembaar is bij u thuis, vul dan alleen de linker kolom (niet hoorbaar) in.

Ik ben helemaal niet (0) slaapverstoord ◄——————————► Ik ben extreem (10) slaapverstoord

Per regel één antwoord		Niet hoorbaar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
65.	**Passagierstreinen**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
66.	**Goederentreinen**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
67.	**Spooronderhoud of enige andere activiteit op het spoor (bijvoorbeeld rangeren, treinen wassen, geluiden van het station)**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Blok IV. Vragen over treinen/wonen aan het spoor

Nu volgt een aantal vragen over het treinverkeer in Nederland en over de spoorlijn en het treinverkeer bij u in de buurt.

Zeer positief ◄——————————► Zeer negatief (neutraal)

Per regel één antwoord		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
68.	**Staat u positief, neutraal of negatief tegenover <u>het huidige beleid ten aanzien van het treinverkeer langs het spoor waar u woont?</u>**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
69.	**Staat u positief, neutraal of negatief tegenover de plannen om <u>het huidige treinverkeer in Nederland op sommige plekken uit te breiden</u>?**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

70.	**Hoe acceptabel vindt u de trillingen van het treinverkeer die u in de afgelopen twaalf maanden thuis hebt ervaren of hoe acceptabel zou u het vinden als u die had ervaren?**	☐ Zeer acceptabel ☐ Acceptabel ☐ Noch acceptabel, noch onacceptabel ☐ Onacceptabel ☐ Zeer onacceptabel

Blok V. Uw woning

Nu volgt een aantal vragen over uw huidige woning

Verschillende voorzieningen kunnen worden toegepast om een woning te isoleren tegen geluiden van buiten of om energie te besparen. Kunt u voor elke soort isolatievoorziening hieronder aangeven of deze in uw woning is aangebracht?

	Per regel één antwoord aankruisen	**JA**	**NEE**	**WEET NIET**
71.	**Ramen met dubbel glas in de woonkamer**	☐	☐	☐
72.	**Ramen met dubbel glas in de slaapkamer**	☐	☐	☐

Verschillende maatregelen kunnen worden toegepast om een woning te isoleren tegen **trillingen** van verschillende bronnen. Kunt u hieronder aangeven of deze in uw woning zijn aangebracht?

	Per regel één antwoord aankruisen	**JA**	**NEE**	**WEET NIET**
73.	**Verstijven van de vloeren**	☐	☐	☐
74.	**Bevestigen van een zogenoemd veer en dempingapparaat**	☐	☐	☐
75.	**Anders, namelijk …**	☐	☐	☐
76.				
77.	**Hoe tevreden bent u met het effect van deze maatregelen?**	❑ Zeer tevreden ❑ Tevreden ❑ Niet tevreden, maar ook niet ontevreden ❑ Ontevreden ❑ Zeer ontevreden		

Blok VI Gezondheid en welzijn

Hieronder volgt een aantal vragen over uw gezondheid en welbevinden.

78.	**Hoe is over het algemeen uw gezondheid?**	☐ Zeer goed ☐ Goed ☐ Gaat wel ☐ Slecht ☐ Zeer slecht

Deze vragen gaan over hoe u zich **de afgelopen vier weken** heeft gevoeld. Wilt u bij elke vraag het antwoord aankruisen dat het beste aansluit bij hoe u zich heeft gevoeld.

*Hoe vaak gedurende **de afgelopen vier weken**:*

	Per regel één antwoord aankruisen	Voort durend	Meestal	Vaak	Soms	Zelden	Nooit
79.	**Voelde u zich erg zenuwachtig?**	☐	☐	☐	☐	☐	☐
80.	**Zat u zo erg in de put dat niets u kon opvrolijken?**	☐	☐	☐	☐	☐	☐
81.	**Voelde u zich neerslachtig en somber?**	☐	☐	☐	☐	☐	☐
82.	**Voelde u zich gelukkig?**	☐	☐	☐	☐	☐	☐
83.	**Voelde u zich moe?**	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Hieronder staat een aantal uitspraken, die betrekking hebben op uw slaap.
In welke mate is elk van deze uitspraken toepasbaar op uw nachtrust in het algemeen?

	Per regel één antwoord aankruisen	Van toepassing	Niet van toepassing
84.	**Ik doe vaak 's nachts geen oog dicht**	☐	☐
85.	**Ik sta 's nachts vaak op**	☐	☐
86.	**Ik lig 's nachts meestal erg te woelen**	☐	☐
87.	**Ik word 's nachts vaak meerdere malen wakker**	☐	☐
88.	**Ik vind dat ik meestal heel slecht slaap**	☐	☐
89.	**Ik slaap naar mijn gevoel vaak maar een paar uur**	☐	☐
90.	**Ik slaap vaak niet langer dan vijf uur**	☐	☐
91.	**Ik vind dat ik 's nachts meestal goed slaap**	☐	☐
92.	**Ik slaap meestal gemakkelijk in**	☐	☐
93.	**Ik voel mij 's morgens nadat ik ben opgestaan meestal goed uitgerust**	☐	☐

De volgende lijst betreft verschillende klachten en verschijnselen die u mogelijk hebt. Het gaat steeds om klachten en verschijnselen die u **de afgelopen week (de afgelopen zeven dagen met vandaag erbij)** hebt ervaren. Klachten die u daarvoor had, maar de afgelopen week niet meer, tellen niet mee.

Wilt u per klacht aangeven hoe vaak u die in de afgelopen week bij uzelf hebt opgemerkt, door het hokje aan te kruisen dat staat voor het meest passende antwoord.

Hebt u **de afgelopen week** last van:

	Per regel één antwoord aankruisen	**Nee**	**Soms**	**Regelmatig**	**Vaak**	**Heel vaak of voort durend**
94.	**Duizeligheid of een licht gevoel in het hoofd?**	☐	☐	☐	☐	☐
95.	**Pijnlijke spieren?**	☐	☐	☐	☐	☐
96.	**Pijn in de rug, nek of schouders?**	☐	☐	☐	☐	☐
97.	**Hoofdpijn?**	☐	☐	☐	☐	☐
98.	**Een opgeblazen gevoel in de buik?**	☐	☐	☐	☐	☐
99.	**Misselijkheid of een maag die 'van streek' is?**	☐	☐	☐	☐	☐
100.	**Pijn in de buik of maagstreek?**	☐	☐	☐	☐	☐
101.	**Een drukkend of beklemmend gevoel**	☐	☐	☐	☐	☐
102.	**op de borst?**	☐	☐	☐	☐	☐
103.	**Pijn in de borst? Vermoeidheid?**	☐	☐	☐	☐	☐

Wilt u bij de volgende medicijnen aangeven of u die in de afgelopen twee weken hebt gebruikt en of u deze op recept of zonder recept hebt gekregen.

	Geef op iedere regel uw antwoord	**Niet gebruikt**	**Op recept**	**Zonder recept**
104.	**Medicijnen voor het hart, de bloedvaten of de bloeddruk**	❑	❑	❑
105.	**Slaap- en kalmeringsmiddelen, Middelen tegen de zenuwen**	❑	❑	❑
106.	**Antidepressiva**	❑	❑	❑
107.	**Medicijnen tegen reuma, gewrichtspijnen enzovoort**	❑	❑	❑
108.	**Medicijnen tegen astma, COPD**	❑	❑	❑

Blok VII. Uzelf en uw huishouden

Ten slotte willen we nog graag een aantal vragen stellen over uzelf

109. Mogen we contact met u opnemen als we merken dat we meer informatie nodig hebben?	☐ Ja, u mag mij benaderen, maar ik verplicht mij tot niets ☐ Nee
110. Mogen we contact met u opnemen voor een vervolgonderzoek?	☐ Ja, u mag mij benaderen, maar ik verplicht mij tot niets ☐ Nee
111. Wat is uw postcode?	
112. Wat is uw huisnummer?	
113. Wilt u nog informatie kwijt die relevant is voor het onderzoek?	
Hartelijk dank voor het invullen van deze vragenlijst.	

Bijlage 3. Vragen opgenomen in deze rapportage

Inhoud item	Codering	Bron *
Sinds wanneer woont u op uw huidige adres?	dd-mm-jjjj	[31]
Uit hoeveel personen bestaat het huishouden?		[31]
Huishoudsamenstelling		[31]
Hoe tevreden bent u met uw woonomgeving?	Score van 1 tot 10	[32]
(On)prettige kanten woonomgeving		[56]
Buurt voor- of achteruitgegaan? (verleden)	0 = nee, 1 = ja	[22]
Buurt voor- of achteruit? (toekomst)	0 = nee, 1 = ja	[22]
Aspecten achteruitgang		[22]
Trillingen waarneembaar per bron	0 = nee, 1 = ja	[21]
Trillingen hinder per bron	Schaal van 0 tot 10	[21, 41, 57]
Waarneming reizigerstreinen	0 = nee, 1 = ja	[7]
Waarneming goederentreinen	0 = nee, 1 = ja	[7]
Waarneming spoor	0 = nee, 1 = ja	[7]
Waarneming trillingen	0 = nee, 1 = ja	[58]
Waarneming trillingen	0 = nee, 1 = ja	[21]
Hinder trillingen reizigerstreinen	Schaal van 0 tot 10	[7, 21]
Goederentreinen waarneembaar	0 = nee, 1 = ja	[7, 21]
Hinder trillingen goederentreinen	Schaal van 0 tot 10	[7, 21]
Spoor waarneembaar	0 = nee, 1 = ja	[7, 21]
Hinder trillingen spoor	Schaal van 0 tot 10	[7, 21]
Treinen per soort waarneembaar		[7, 21]
Slaapverstoring trillingen spoor	Schaal van 0 tot 10	[41, 57]
Geluid, waarneming en hinder per bron	0 = nee, 1 = ja Schaal van 0 tot 10	[41]
Geluid per bron hoorbaar	0 = nee, 1 = ja	[41, 57]
Slaapverstoring geluid per bron	Schaal van 0 tot 10	[41, 57]
Spoor geluid hoorbaar	0 = nee, 1 = ja	[57]
Spoor hoorbaar	0 = nee, 1 = ja	[57]
Slaapverstoring geluid spoor	Schaal van 0 tot 10	[57]
Reis per trein	0 = nee, 1 = ja	[7]
Werk bij spoor	0 = nee, 1 = ja	[7]
Uitzicht spoorweg/treinen		[59]
Bezorgdheid trillingen		[7]
Coping	Helemaal eens – helemaal oneens	[60]

Inhoud item	Codering	Bron *
Houding beleid	Als genoteerd	[22]
Houding groei	Als genoteerd	[22]
Angst		[22]
Houding reizigerstrein	Schaal van 0 tot 10	[7]
Noodzaak reizigers treinen (0-10)	Schaal van 0 tot 10	[7]
Houding goederentreinen	Schaal van 0 tot 10	[7]
Noodzaak goederentreinen (0-10)	Schaal van 0 tot 10	[7]
Acceptatie	Helemaal niet – helemaal wel (1-5)	Nieuw
Compensatie	Helemaal niet – helemaal wel (1-5)	[35]
Huisbezit		[31]
Type woning	6 categorieën	[33]
Aantal verdiepingen		[33]
Ligging ingang		[33]
Ligging slaapkamer	6 categorieën	[33]
Aantal kamers		[33]
Kelder	3 categorieën	[33]
Soort vloer	Als genoteerd	[7]
Isolatievoorzieningen		[7]
Dubbel glas slaapkamer		[7]
Maatregel vloer		[7]
Hoe tevreden bent u met de maatregelen?	Schaal van 0 tot 10	[7]
Slaapkamerraam open in zomer		[61]
Algemene gezondheid	Schaal van 1 tot 5	[49]
Mentale gezondheid en vitaliteit	Schaal van 1 tot 5	[49]
Medicijngebruik	0 = nee, 1 = ja	[22, 31]
Geslacht		
Geboortejaar		
Wat is uw hoogst voltooide opleiding?	9 categorieën	[31]
Werk		[31]
Bevolkingsgroep	6 categorieën	[31]

Zie van Kamp et al., 2015. In blauw: variabelen niet meegenomen in 2019.

Bijlage 4. Rekenvoorbeeld percentage ernstig gehinderd

Voor de meting van hinder is de ISO-genormeerde hinderindex (ISO< 2003) gehanteerd. Om op een gestandaardiseerde wijze het percentage ernstige hinder te bepalen, worden aan de uitersten van de schaal waarop de hinder gemeten is, de waarden 0 respectievelijk 100 toegekend. Naarmate een respondent een hogere hindercategorie kiest, betekent dit een grotere waarde op de schaal van 0 tot 100. Internationaal is de conventie gegroeid om het percentage respondenten waarvoor de hinder op deze schaal boven de 72 uitkomt, het percentage '*highly annoyed*' te noemen. Dit vertalen we als het percentage 'ernstig gehinderd' of 'erg gehinderd'. Beide termen worden naast elkaar gebruikt. Als 50 als grens wordt genomen, noemen we het resultaat het percentage '(minstens) gehinderd' en als 28 gebruikt wordt, noemen we het resultaat het percentage '(minstens) enigszins gehinderd'.

De in dit onderzoek gebruikte hinderschalen lopen van 0 tot 10 (= 11 antwoordcategorieën). Het percentage ernstige hinder wordt bepaald uit de scores van de individuele respondenten. Alle respondenten in de categorieën 0 t/m 6 krijgen score 0, de respondenten in de categorieën 8, 9 en 10 krijgen score 100 op de variabele 'ernstige hinder'. De respondenten in categorie 7 krijgen de score ((72,73-72)/(72,73-63,64)) x 100 = 8 op deze variabele. Respondenten die 'niet van toepassing' hebben geantwoord op een hindercategorie worden als helemaal niet gehinderd beschouwd. Wanneer je dus van de hele groep deelnemers de gemiddelde score en bijbehorende spreiding (standaarddeviatie) bepaalt, weet je wat het percentage ernstige hinder is en kun je met behulp van de standaarddeviatie het 95% betrouwbaarheidsinterval bepalen.

Let op: Voor de analyses in Glimmix [15]werd een minder geavanceerde variant gebruikt, die alleen kijkt of iemand ernstig is gehinderd of niet (ja/nee). Een deelnemer die een 8, 9 of 10 scoort, wordt ten behoeve van deze analyses aangeduid als ernstig gehinderd; deelnemers die 0 t/m 7 scoren worden aangeduid als niet ernstig gehinderd.

[15] Glimmix is een statistische methode die ons in staat stelt longitudinale data te vergelijken.

Bijlage 5. Tabel van absolute verandering in blootstelling

Tabel B5.1 De absolute verandering in blootstelling

Kenmerk	**N**	**Gem**	**Min**	**Percentiel waardes**							**Max**
				5%	**10%**	**25%**	**50%**	**75%**	**90%**	**95%**	
Verandering in $V_{dir\ max}$											
Treinverkeer											
Toename	375	0,0595	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0200	0,0600	0,1700	0,2700	0,6100
Afname	454	0,0562	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0400	0,0700	0,1100	0,1800	0,4500
Gelijk	300	-	-		-	-	-	-	-	-	-
Reizigerstreinen											
Toename	486	0,0499	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0200	0,0600	0,1400	0,2100	0,6100
Afname	311	0,0631	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0500	0,0900	0,1400	0,2000	0,4500
Gelijk	332	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Goederentreinen											
Toename	367	0,0477	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0200	0,0600	0,1000	0,1500	0,4700
Afname	413	0,0573	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0400	0,0700	0,1200	0,1700	0,6800
Gelijk	349	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verandering in V_{per}											
Treinverkeer											
Toename	568	0,0066	0,0000	0,0002	0,0004	0,0011	0,0032	0,0088	0,0191	0,0239	0,0846
Afname	447	0,0036	0,0000	0,0001	0,0002	0,0008	0,0024	0,0046	0,0073	0,0086	0,0705
Gelijk	114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reizigerstreinen											
Toename	596	0,0070	0,0000	0,0002	0,0005	0,0012	0,0033	0,0091	0,0195	0,0253	0,0846
Afname	382	0,0044	0,0000	0,0002	0,0003	0,0009	0,0028	0,0054	0,0090	0,0129	0,0692
Gelijk	151	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Goederentreinen											
Toename	401	0,0029	0,0000	0,0001	0,0003	0,0008	0,0022	0,0039	0,0055	0,0080	0,0292
Afname	446	0,0036	0,0000	0,0001	0,0002	0,0006	0,0020	0,0057	0,0091	0,0117	0,0260

Kenmerk	N	Gem	Min	Percentiel waardes							Max
				5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	
Gelijk	282	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verandering in RMS											
Treinverkeer											
Toename	592	0,0521	0,0000	0,0012	0,0035	0,0111	0,0261	0,0636	0,1455	0,1887	0,6117
Afname	439	0,0312	0,0000	0,0013	0,0028	0,0063	0,0154	0,0324	0,0819	0,1086	0,5046
Gelijk	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reizigerstreinen											
Toename	633	0,0592	0,0000	0,0012	0,0032	0,0100	0,0271	0,0717	0,1657	0,2291	0,6117
Afname	378	0,0347	0,0000	0,0009	0,0024	0,0063	0,0195	0,0405	0,0711	0,1092	0,5116
Gelijk	118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Goederentreinen											
Toename	402	0,0340	0,0001	0,0018	0,0036	0,0097	0,0250	0,0446	0,0628	0,0897	0,3529
Afname	451	0,0478	0,0001	0,0011	0,0018	0,0064	0,0227	0,0728	0,1199	0,1682	0,4285
Gelijk	276	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Afkortingen: N = aantal waarnemingen, Gem = gemiddelde, Min = minimumwaarde, Max = maximumwaarde

Bijlage 6. Analyse van de verandering in ernstige hinder en slaapverstoring

Tabel B1 De verandering van de prevalentie van ernstige hinder door treinverkeer in 2019 ten opzichte van 2013, na correctie voor een aantal demografische factoren, het jaargemiddelde geluidsniveau in 2011 en de afstand tot het spoor en de blootstelling aan trillingen in 2013

Model	**Ernstige hinder trillingen treinverkeer**	**Ernstige hinder trillingen reizigerstreinen**	**Ernstige hinder trillingen goederentreinen**
	OR (95% Bthi) N = 1097	**OR (95% Bthi) N = 1.045**	**OR (95% Bthi) N = 1.049**
0	1,358 (1,138 – 1,620)	3,191 (2,407 – 4,231)	1,131 (0,944 – 1,354)
1*	1,364 (1,142 – 1,630)	3,215 (2,423 – 4,267)	1,133 (0,944 – 1,360)
2†	1,367 (1,144 – 1,634)	3,242 (2,440 – 4,307)	1,135 (0,945 – 1,363)
3‡	1,378 (1,150 – 1,650)	3,309 (2,485 – 4,307)	1,138 (0,946 – 1,370)
4a**	1,368 (1,145 – 1,636)	3,259 (2,451 – 4,332)	1,136 (0,945 – 1,365)

*In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau en stedelijkheid; †In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid en de geluidsbelasting door treinverkeer (Lden) in 2011); ‡ In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (Lden) in 2011 en de afstand tot de spoorlijn (m); **In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (Lden) in 2011 en de blootstelling aan trillingen treinverkeer (Vmax) in 2013.

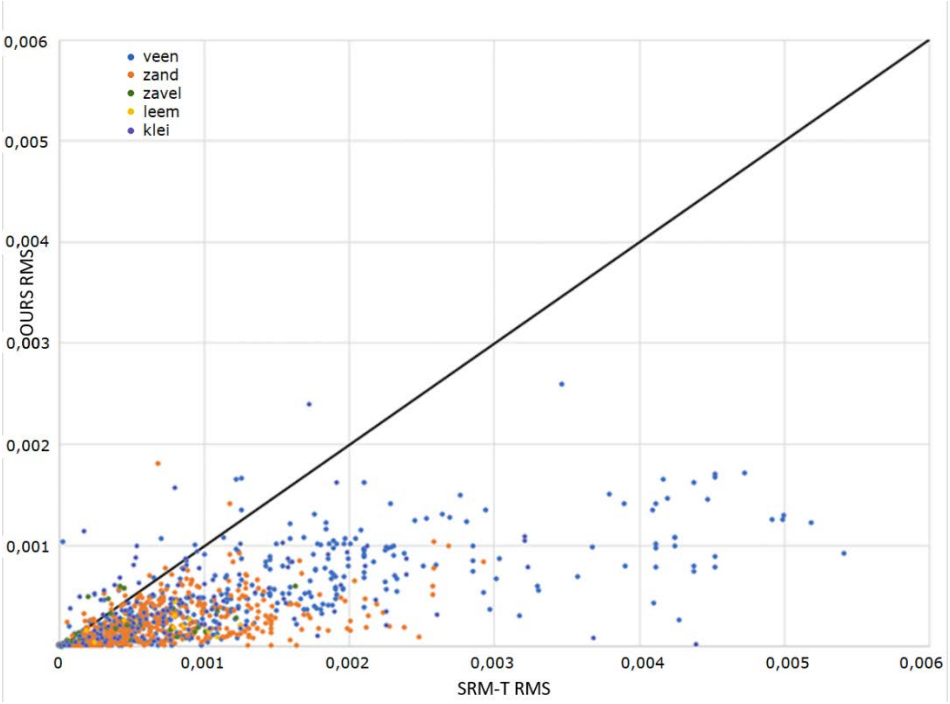
Tabel B2 De verandering van de prevalentie van ernstige slaapverstoring door reizigers- en goederentreinen in 2019 ten opzichte van 2013, na correctie voor een aantal demografische factoren, het jaargemiddelde geluidsniveau in 2011 en de afstand tot het spoor en de blootstelling aan trillingen in 2013

Model	**Ernstige slaapverstoring trillingen reizigerstreinen**	**Ernstige slaapverstoring trillingen goederentreinen**
	OR (95% Bthi) N = 1.042	**OR (95% Bthi) N = 1.043**
0	1,919 (1,391 – 2,648)	1,161 (0,954 – 1,412)
1*	1,925 (1,394 – 2,658)	1,166 (0,956 – 1,423)
2†	1,932 (1,398 – 2,669)	1,168 (0,957 – 1,427)
3‡	1,940 (1,402 – 2,683)	1,172 (0,958 – 1,434)
4a**	1,932 (1,398 – 2,670)	1,169 (0,957 – 1,428)

*In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau en stedelijkheid; †In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid en de geluidsbelasting door treinverkeer (Lnight) in 2011); ‡ In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (Lnight) in 2011 en de afstand tot de spoorlijn (m); **In deze analyse is gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, stedelijkheid, de geluidsbelasting door treinverkeer (Lnight) in 2011 en de blootstelling aan trillingen van treinverkeer (Vmax) in 2013.

Bijlage 7. Rekenmodel voor trillingen

In 2013 werd het SRMT-model (Steenbergen et al., 2009) gehanteerd om trillingen te schatten. Ten behoeve van de vergelijking is hier het nieuwe trillingsmodel OURS gebruikt (Kok et al., 2021) om de trillingsniveaus in 2013 en 2019 te schatten. In Figuur 4.1 worden de voor 2013 berekende RMS-waarden geschat met het OURS-model uitgezet tegen die van SRM-T. Dit is apart gedaan voor de locaties op veen, zand, zavel, leem en klei. De zwarte lijn is getrokken daar waar de RMS-waarde voor SRM-T gelijk is aan die voor OURS. Voor punten onder die lijn geldt dat OURS lagere trillingswaarden geeft dan het SRM-T-model. Dit geldt voor bijna alle punten. Dit is overigens niet alleen het gevolg van een andere rekenmethode, maar ook van het gebruik van meer toepasselijke invoergegevens dan destijds voor modellering met SRM-T werden gebruikt, zoals werd aangegeven in hoofdstuk 2. In het algemeen correspondeert het lagere outputbereik van OURS beter met het bereik van meetwaarden, dat in diverse trillingsonderzoeken gevonden wordt (e.g. Waddington et al., 2018).



Figuur 4.2.1 De RMS-waarde voor de situatie 2013, enerzijds met SRM-T en anderzijds met OURS

Blootstellingsmaten
In verschillende landen worden uiteenlopende blootstellingsmaten gebruikt om trillingen van treinen uit te drukken. In het project CargoVibes is vastgesteld dat maten die niet alleen afhangen van de momentane trillingssterkte, maar ook van de trillingsduur (aantal treinpassages) betere voorspellers van de hinder kunnen zijn (Waddington et al., 2018). Uit een analyse van TNO komt de RMS als

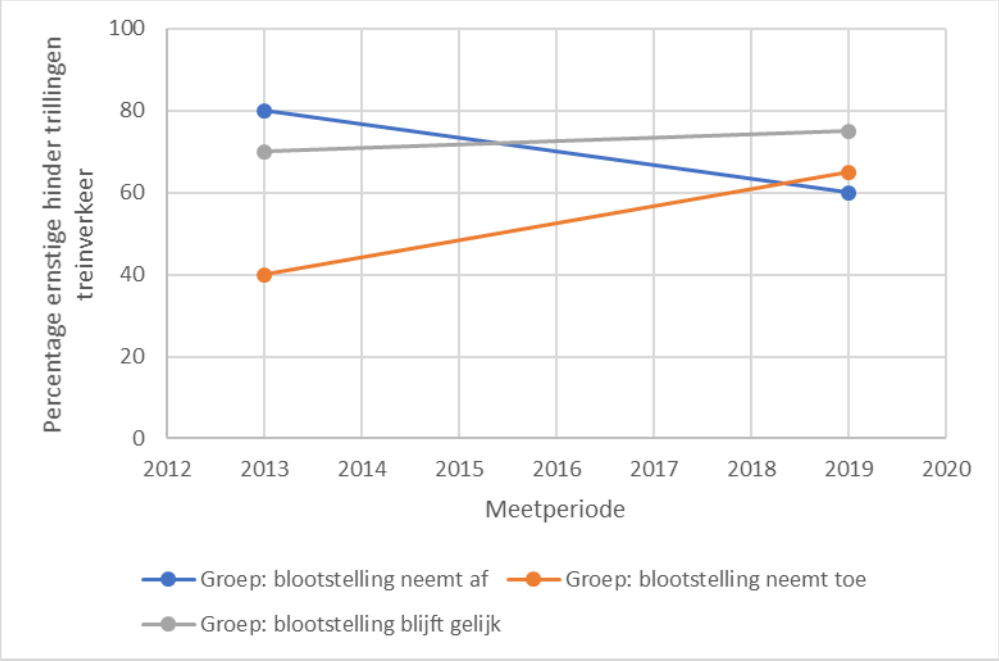
maat naar voren die goed correleert met hinder (Janssen, Koopman, 2014: Hinderspecificatie ten behoeve van de Beleidsregel trillingshinder spoor (Bts), 2014, TNO). In het voorliggende onderzoek wordt daarom, naast de voor de Nederlandse praktijk belangrijke $V_{dir,max}$ ook de RMS gebruikt om de blootstelling te bepalen. De $V_{dir,max}$ zegt iets over de maximale trillingssterkte van de passages en is niet afhankelijk van het aantal passages. De RMS is een gemiddelde waarin het aantal passages wel is meegenomen.
De $V_{dir.max}$ is een dimensieloze trillingsmaat. Dit betekent dat de $V_{dir,max}$-waarden zijn gedeeld door 1 mm/s en dat deze waarden vervolgens steeds zonder de eenheid mm/s worden vermeld. In het rapport over de meting van 2013 werd deze maat V_{max} genoemd. In dit rapport hanteren we de aanduiding $V_{dir,max}$ om verwarring te voorkomen met de V_{max} uit de SBR B en de vigerende Bts. $V_{dir,max}$ geeft duidelijker aan dat er een richtingsafhankelijke frequentieweging voor menselijke perceptie heeft plaatsgevonden, zoals vastgelegd in ISO 2631. Dit betekent dat de frequenties in de horizontale trillingsrichtingen anders worden gewogen dan in de verticale trillingsrichting. De betekenis is hetzelfde, enkel de naamgeving is veranderd van V_{max} naar $V_{dir,max}$.
De blootstellingen in RMS zijn in dit rapport anders weergegeven dan in het rapport over de meting uit 2013. Het gaat om twee wijzigingen:
We geven de RMS-waarden nu dimensieloos weer, waarbij we delen door 1 m/s2 om aan te sluiten bij de internationale weergave van RMS (onder andere in publicaties van CargoVibes). CargoVibes koos daarvoor, omdat er door de frequentieweging die in de RMS wordt toegepast geen een-op-een-relatie meer bestaat met een meetbare versnellingswaarde in m/s2. RMS is een tijdgemiddelde trillingsmaat en lijkt op de V_{per}, met als verschil dat de V_{per} een tijdgemiddelde van maxima betreft, waar de RMS een tijdgemiddelde van RMS-waarden is.
De getalswaarde van de RMS is in dit rapport een factor 1000 kleiner dan in het onderzoek van 2013, omdat de maat is gerelateerd aan m/s2 in plaats van mm/s2. Hierbij wordt wederom aangesloten bij CargoVibes. Voordeel is tevens dat dit het onderscheid met getalswaarden voor de $V_{dir,max}$ verduidelijkt.

Bepaling trillingssterkte
De trillingssterkte kan met metingen of met berekeningen worden bepaald. In de gangbare praktijk worden metingen in combinatie met berekeningen uitgevoerd, bijvoorbeeld om een beeld te verkrijgen van de trillingen in de toekomstige situatie (nieuwe sporen en/of extra treinverkeer).
Voor reizigerstreinen worden meestal hogere waarden voor $V_{dir,max}$ berekend dan voor goederentreinen. Dit contrasteert met het gangbare beeld dat goederentreinen hogere trillingsniveaus geven dan reizigerstreinen en dat behoeft een toelichting.
Uit metingen blijkt dat reizigerstreinen van het type VIRM vergelijkbare trillingsniveaus kunnen genereren als goederentreinen. VIRM is het type dubbeldekker dat al geruime tijd het meeste intercity-verkeer in Nederland afwikkelt. Hetzelfde geldt voor de nieuwere IC+ treinen met TRAXX-locomotieven, die onder meer op de Brabantroute (Breda-Tilburg-Eindhoven) worden ingezet. Afhankelijk van de gemeten situatie kunnen deze intercity’s een hogere of lagere $V_{dir,max}$ veroorzaken dan goederentreinen. De meeste Sprinters (treinen voor regionaal vervoer) daarentegen genereren aanmerkelijk minder trillingen dan intercity's of

goederenverkeer. Dit beeld komt ook uit de berekeningen met OURS naar voren.
Wel is het zo dat goederentreinen een grotere spreiding in niveaus hebben dan reizigerstreinen, omdat goederen een veel grote variatie kennen in type wagons, type locs, belading, enzovoort. Vanwege die ruime spreiding was bij de gangbare meetpraktijk één enkele goederentrein vaak bepalend voor de V_{max} van een meetlocatie. Tegenwoordig wordt bij de verwerking van trillingsmetingen uitgegaan van een vaste spreiding voor alle treintypes, waardoor een enkele uitschieter bij de goederentreinen minder effect heeft op de bepaling van de $V_{dir,max}$ (Koopman, Ostendorf, 2018). Deze methodiek is ook in rekenmodel OURS geïmplementeerd.
Daarnaast wordt ook een andere wijze van filteren van trillingsspectra gehanteerd dan voorheen, waardoor hogere trillingsfrequenties meer worden geaccentueerd (ISO-weging in plaats van DIN-weging). Dit wordt nog versterkt in de interactie met het gebouw waarin de trillingen worden bepaald. In het meten of rekenen aan spoortrillingen zorgen deze drie factoren ervoor dat intercity's vaker bepalend zijn voor de $V_{dir,max}$ dan goederentreinen.

Bijlage 8. Statistische procedures

In dit onderzoek is sprake van herhaalde metingen: er zijn bij dezelfde personen namelijk twee metingen (in 2013 en in 2019) verricht van dezelfde variabele (bijvoorbeeld hinder of slaapverstoring). Twee metingen van dezelfde persoon lijken waarschijnlijk meer op elkaar dan twee metingen van verschillende personen. Bij de statistische analyse van de gegevens moet rekening worden gehouden met deze afhankelijkheid. Een ander punt waar rekening mee moet worden gehouden is het feit dat de condities tussen de deelnemers verschillen: bijvoorbeeld er zijn deelnemers waarbij de blootstelling tussen 2013 en 2019 a) is toegenomen, b) is afgenomen, of c) gelijk is gebleven (zie ook Figuur 1). Er zijn echter ook andere groepen mogelijk. Bijvoorbeeld: deelnemers waarbij de attitude ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor is: a) veranderd van negatief naar neutraal/positief, b) veranderd van neutraal/positief naar negatief, c) niet is veranderd. De onafhankelijkheid van waarnemingen is een eis bij de traditionele statistische procedures.



Figuur B8.1 De verandering in de prevalentie van ernstige hinder door treinverkeer tussen 2013 en 2019 en de verandering in de blootstelling aan trillingen door treinen (voorbeeld)

Om adequaat met de structuur van de verzamelde gegevens om te gaan, is de afhankelijkheid van metingen bij eenzelfde deelnemer gemodelleerd met behulp van een random-effect-model (*mixed model*). Met behulp van een dergelijk model kan een inschatting worden gemaakt van de afwijking die metingen van eenzelfde persoon hebben ten opzichte van de regressielijn. Hierbij maakt het niet uit onder welke condities een deelnemer gemeten is; al zijn/haar metingen worden

verondersteld een vaste afwijking van de 'gemiddelde' regressielijn te hebben. De consequentie is veelal dat associaties tussen eindpunt en determinanten minder snel als statistisch significant worden aangeduid dan wanneer traditionele statistische procedures zouden worden toegepast.

Om de verandering in de prevalentie van ernstige hinder en slaapverstoring door trillingen van treinverkeer tussen 2013 (meting 1) en 2019 (meting 2) te verklaren, is de procedure GLIMMIX van SAS (versie 9.4) gebruikt. Aangezien we in deze analyses te maken hebben met een binaire uitkomst (ernstige hinder en ernstige slaapverstoring) representeren de schattingen van deze analyse voor de twee tijdstippen waarop is gemeten (2013 en 2019) de proportie deelnemers in een bepaalde groep die bijvoorbeeld ernstig is gehinderd of ernstig is slaapverstoord. We hebben deze proporties in één keer weergegeven als een OddsRatio (OR). Bij een OR van 1,00 is de kans op ernstige hinder door trillingen van het treinverkeer in 2019 even groot als in 2013. Met andere woorden: er is geen verschil tussen de proporties ernstige hinder gemeten op 2013 en 2019. Is de OR groter dan 1,00, dan is de kans op ernstige hinder door trillingen van treinverkeer in 2019 groter dan in 2013. Met andere woorden: de proportie ernstige hinder door trillingen van treinverkeer is toegenomen tussen 2013 en 2019. Is de OR kleiner dan 1,00 dan is de kans op ernstige hinder door trillingen van treinverkeer in 2019 kleiner dan in 2013. Met andere woorden: de proportie ernstige hinder door trillingen van treinverkeer is afgenomen tussen 2013 en 2019.
Bij de statistische analyse zijn stapsgewijs een aantal modellen berekend voor ernstige hinder (ja/nee) door het totale treinverkeer en ernstige hinder door reizigers- en goederentreinen afzonderlijk:

- Model 0: Ernstige hinder versus het tijdstip van de meting (2013 of 2019);
- Model 1: Gelijk aan model 0 met toevoeging van leeftijd (in jaren), geslacht (man of vrouw), opleidingsniveau (laag, midden, hoog) en stedelijkheid (niet stedelijk, weinig stedelijk, matig stedelijk, sterk stedelijk en zeer sterk stedelijk);
- Model 2: Gelijk aan model 1 met toevoeging van de blootstelling aan geluid van treinverkeer (jaargemiddelde geluidsniveau (Lden) van 2011);
- Model 3: Gelijk aan model 2 met toevoeging van de afstand (m) tot het spoor;
- Model 4: Gelijk aan model 2 met toevoeging van de blootstelling trillingen van treinverkeer ($V_{dir.max}$, of RMS of V_{per}).

Op deze wijze kan stapsgewijs de invloed van mogelijke verstorende variabelen worden gevolgd, zodat de statistische specificaties van het model kunnen worden gewaarborgd. Vergelijkbare stappen zijn ook doorlopen voor ernstige slaapverstoring door reizigers- en goederentreinen afzonderlijk. In model 2 werd echter gecorrigeerd voor de nachtelijke blootstelling aan geluid van treinverkeer (jaargemiddelde geluidsniveau (Lnight) van 2011).
Als resultaten van de GLIMMIX-analyses worden in de desbetreffende figuren en tabellen in hoofdstuk 4 alleen de OR's en 95% betrouwbaarheidsintervallen vermeld van het verschil in de proportie (prevalentie) van ernstige hinder door trillingen van treinverkeer in 2019

ten opzichte van de proportie (prevalentie) van ernstige hinder door trillingen van treinverkeer in 2013.[16] De statistische significantie is geschat met behulp van de Chi-kwadraat-toets.[17]

Het effect van de verandering in de blootstelling aan trillingen van treinverkeer

Er is ook onderzocht wat het effect is van een verandering in de blootstelling. Dit is op twee manieren gebeurd.
In de eerste plaats is gekeken of correctie voor de verandering in trillingsniveaus, het verschil in ernstige hinder tussen 2013 en 2019 groter of kleiner maakt (model 5):

Model 5: Gelijk aan model 4 met toevoeging van de verandering van de blootstelling van trillingen van treinverkeer (delta $V_{dir.max}$).

Op de tweede plaats is door opname van een interactieterm in model 5 nagegaan of de veranderingen in de prevalentie van ernstige hinder tussen 2013 en 2019 verschillen tussen deelnemers waarbij de blootstelling tussen 2013 en 2019 a) is toegenomen, b) is afgenomen of c) gelijk is gebleven (zie ook Figuur 1). De significantie van deze interactieterm is wederom getoetst met behulp van een Chi-kwadraat-toets.

Het effect van de verandering in een aantal sociale en persoonlijke factoren

Een aantal sociale en persoonlijke factoren, die in 2013 een belangrijke determinant van ernstige hinder en/of ernstige slaapverstoring door trillingen van treinen bleken te zijn, zijn ook in de vragenlijst van 2019 gemeten. Het betreft de volgende factoren:

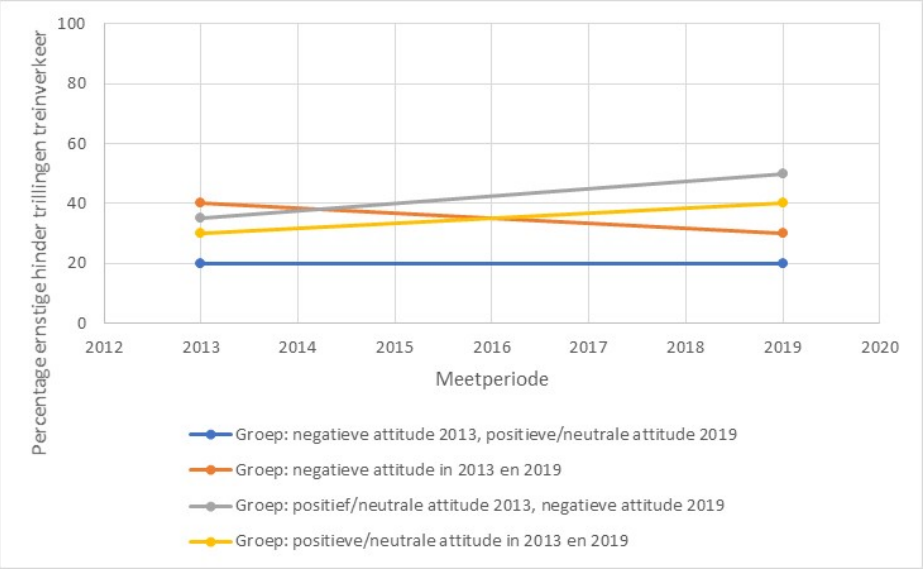
- de houding ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor;
- de houding ten opzichte van plannen om het huidige treinverkeer in Nederland op sommige plekken uit te breiden;
- de mate van acceptatie van trillingen door treinen en
- de verwachtingen over de trillingen van de treinen.

Er is voor bovenstaande factoren onderzocht wat het effect is op de verandering in de prevalentie van ernstige hinder tussen 2013 en 2019. Dit is op verschillende manieren onderzocht: in de eerste plaats is gekeken of correctie voor de houding, acceptatie of verwachtingen in 2013, het verschil in ernstige hinder door trillingen van treinverkeer tussen 2013 en 2019 verandert. Vervolgens is nagegaan in hoeverre de verandering in een van bovenstaande factoren het verschil in ernstige hinder door trillingen van treinverkeer tussen 2013 en 2019 verandert.

Model a: Gelijk aan model 4, met toevoeging van de houding/acceptatie/verwachtingen in 2013;
Model b: Gelijk aan model a, met toevoeging van de verandering in de houding/acceptatie/verwachtingen.

[16] Zowel de OR als het bijbehorende 95%-betrouwbaarheidsinterval zijn geschat onder zogenoemde '*Residual pseudo-likelihood with random-effects Solutions*' (RSPL)-condities.
[17] De Chi-kwadraat-toets is gedaan onder zogenoemde '*Maximum-likelihood with random-effects Solutions*' (MSPL)-condities.

Ten slotte is met behulp van toevoeging van een interactieterm aan model a ook onderzocht of de gevonden verandering tussen 2013 en 2019 in ernstige hinder door trillingen verschilt tussen deelnemers die al dan niet een *verandering* hebben doorgemaakt in houding, mate van acceptatie of verwachtingen over de trillingen van de treinen. In Figuur 2 wordt een voorbeeld gegeven van hoe dat eruit kan zien voor de verandering in de houding ten opzichte het huidige beleid. Dit doen we aan de hand van vier groepen: 1) deelnemers die in 2013 een negatieve houding hadden ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor maar in 2019 een neutrale of positieve houding hadden ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor; 2) deelnemers die zowel in 2013 als in 2019 een negatieve houding hadden ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor; 3) deelnemers die in 2013 een neutrale of positieve houding hadden ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor maar in 2019 een negatieve houding hadden ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor; en 4) deelnemers die zowel in 2013 als in 2019 een neutrale of positieve houding hadden ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor.



Figuur B8.2 De verandering in de prevalentie van ernstige hinder door treinverkeer tussen 2013 en 2019 en de verandering in de houding ten opzichte van het huidige beleid ten aanzien van treinverkeer langs het spoor (voorbeeld)

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag