

BEOORDELINGSRICHTLIJN

Trillingen in nieuwbouw door evenementen Gelredome

Opstellers	Pieter Boon (We-Boost)
Datum	13 mei 2025
Versie	1.2
Projectcode	WBD2023-038

DISCLAIMER

Tijdens evenementen in het Gelredome in Arnhem kunnen door dansende en springende bezoekers voelbare trillingen in omliggende woongebouwen optreden. Dit document bevat een richtlijn voor de beoordeling daarvan in trillingsgevoelige ruimtes in nieuwbouw rondom Gelredome. Deze richtlijn is opgesteld door We-Boost in opdracht van de gemeente Arnhem.

Bij de totstandkoming van deze richtlijn is rekening gehouden met de specifieke situatie van het Gelredome, maar de richtlijn kan breder worden gebruikt om de trillingen van evenementen in omliggende gebouwen te beoordelen. We-Boost verleent iedereen het recht om deze richtlijn te gebruiken.

INLEIDING

In de omgeving van evenementen c.q. evenementenlocaties kunnen (bij bepaalde typen concerten) de trillingen van bijvoorbeeld dansende bezoekers zorgen voor voelbare trillingen in omliggende gebouwen. Om te beoordelen of de trillingen in een gebouw acceptabel zijn vanuit het oogpunt van hinder, is begin jaren '90 een richtlijn opgesteld: *Trillingen: meet- en beoordelingsrichtlijnen, Deel B: Hinder voor personen in gebouwen, van de Stichting Bouwresearch*. Deze richtlijn, doorgaans de SBR B-richtlijn genoemd, legt vast hoe het blootstellingsniveau voor trillingshinder moet worden bepaald en hoe deze dient te worden beoordeeld.

Om de trillingen te beoordelen, zijn er streefwaarden opgenomen in de richtlijn. Relevant hierbij is dat de SBR B-richtlijn bewust spreekt over *streefwaarden*, niet over *grenswaarden*. Als de trillingssterkte onder deze streefwaarden blijft, mag verwacht worden dat er in de meeste situaties geen hinder zal optreden, aldus de SBR B-richtlijn. De opstellers van de richtlijn geven aan dat hinder (overschrijding van de streefwaarden) niet per definitie onaanvaardbaar hoeft te zijn. Bij de afweging over de toelaatbaarheid van de trillingssterkte dient niet alleen rekening te worden gehouden met de functie van een ruimte of gebouw en de omstandigheden, maar ook met het in redelijkheid kunnen treffen van maatregelen om de trillingssterkte te reduceren (ALARA-principe). De hinder dient zo altijd te worden afgewogen tegenover andere (maatschappelijke en lokale) belangen, zoals het woningbouwbelang, het belang van doorgaand weg- en railverkeer, industrie, bouwen/slopen, etc. De belangen moeten zorgvuldig worden afgewogen, en in geval van overschrijdingen dient er overleg plaats te vinden tussen de betrokken partijen, aldus de opstellers in bijlage 5 van de SBR B-richtlijn.



Een andere, relevante opmerking van de opstellers is dat bij zware, kortdurende trillingen meestal sprake is van angst voor schade aan gebouwen als belangrijkste bron van de ervaren hinder. Schade aan een gebouw is echter pas bij een veel hogere trillingssterkte te verwachten dan waarbij hinder wordt ervaren. De SBR-richtlijn *Trillingen: meet- en beoordelingsrichtlijnen, Schade aan gebouwen, Deel A* geeft grenswaarden voor trillingen met betrekking tot schade. Overleg tussen de veroorzaker van de trillingen en de bewoners/gebruikers van het gebouw waar hinder wordt ervaren, alsook voorlichting, kan een grote rol spelen om de ongerustheid over schade door trillingen weg te nemen. Hiermee wordt vaak al veel gewonnen.

Verder is belangrijk dat de richtlijn in de beoordeling onderscheid maakt tussen verschillende situaties:

1. De richtlijn maakt onderscheid naar gebouwfuncties c.q. de functie van een ruimte in een gebouw zoals; wonen/logies/gezondheidszorg, onderwijs/kantoor/bijeenkomst en kritische werkruimten.
2. De richtlijn maakt onderscheid naar verschillende soorten trillingsbronnen:
 - a. **Continue voorkomende trillingen gedurende lange tijd**, bijvoorbeeld door machines. Hieronder vallen ook machines met een korte werkcyclus en een langere rustperiode, zoals het kort trillen van een vorm of mal.
 - b. **Herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd**, door weg- en railverkeer, waaronder ook heftrucks, bulldozers, kranen op rails en dergelijke.
 - c. **Continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden, door bouw- of sloopwerkzaamheden.**
 - d. **Incidenteel voorkomende, kortdurende trillingen**, bijvoorbeeld door explosies.
3. De richtlijn maakt onderscheid tussen verschillende periodes van een etmaal. In de nachtperiode zijn de streefwaarden strenger (in rust wordt een trilling eerder als hinderlijk ervaren) dan in de dag- en avondperiode (ook omdat mensen dan meestal actief zijn en bij activiteiten een trilling minder snel als hinderlijk ervaren).¹

Evenementen die niet dagelijks voorkomen als bron van de trillingen op de omgeving, worden niet specifiek benoemd in de SBR B-richtlijn. De richtlijn volgend zijn de trillingen van dansende en springende bezoekers tijdens een evenement te classificeren als continue trillingen. De trillingen zijn namelijk ten opzichte van de grootste trillingstijd (elke trilling duurt maximaal 0,5 seconden) lang aanwezig (periodes van dansen en springen tijdens evenementen duren tientallen seconden, en komen veelvuldig voor tijdens de uren durende concerten). Op basis van de karakteristieken van concerten geldt bovendien, in lijn met de toelichting in de SBR B-richtlijn in paragraaf 10.3, dat de tijdsduur van rust (enkele tientallen seconden tussen twee periodes waarin hoge trillingen optreden tijdens een concert) niet veel langer is dan de periode van de trilling (ook enkele tientallen seconden), waarmee dit type trillingen als continue valt te classificeren conform de SBR B-richtlijn. Alleen niet als continue trillingen *gedurende lange tijd*. Immers, de duur van een evenement is korter dan 3 maanden (doorgaans een dag(deel)). Het ligt daarom meer voor de hand om aansluiting te zoeken bij de richtlijnen voor *continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden, door bouw- of sloopwerkzaamheden*. In beide gevallen gaat het namelijk om trillingen gedurende korte(re), niet-permanente periodes.

In de praktijk komen dit soort niet specifiek in de SBR B-richtlijn benoemde situaties vaker voor, en we zien dan ook dat niet alleen de SBR B-richtlijn zelf, maar ook partijen als het ministerie van

¹ De dagperiode loopt van 07.00 tot 19.00 uur, de avondperiode van 19.00 tot 23.00 uur en de nachtperiode van 23.00 tot 07.00 uur.

lenW het relatief zachte karakter van de SBR B-richtlijn gebruiken om deze specifiek te maken voor hun toepassing, bijvoorbeeld de Beleidsregel trillinghinder spoor (Bts) of afwijkende beoordelingskaders zoals bijvoorbeeld voor hotels, schietterreinen of rond industriegebieden. Er is dus ook ruimte om voor evenementen de streefwaarden uit de richtlijn dusdanig aan te passen dat deze beter toepasbaar zijn voor dit type trillingen, met inachtneming van andere betrokken belangen (zoals het belang van woningbouw en het economische belang van Arnhem en Gelredome).

UITGANGSPUNTEN BEOORDELING TRILLINGEN BIJ EVENEMENTEN

Voor de beoordeling van trillingen bij evenementen in het Gelredome gelden de volgende uitgangspunten:

- De SBR B-richtlijn is onverminderd van toepassing, met uitzondering van de volgende onderdelen:
 - De te hanteren streefwaarden (hoofdstuk 10 van de richtlijn)
 - De afweging van de toelaatbaarheid (bijlage 5 van de richtlijn, want deze is geënt op weg- en railverkeer)
- Aanpassingen van de SBR B streefwaarden in grenswaarden ten behoeve van evenementen zijn gebaseerd op de meest recente wetenschappelijke inzichten.
- De richtlijn heeft alleen betrekking op het beoordelen van hinder door voelbare trillingen. Andere effecten, zoals schade aan het gebouw (SBR A-richtlijn) en trillingen veroorzaakt door afgestraald geluid, vallen buiten de scope, hoewel deze de ervaren hinder wel kunnen vergroten. De trillingen van dansende en springende bezoekers, die de belangrijkste bron zijn van trillingen door evenementen in het Gelredome, veroorzaken rond het Gelredome geen schade aan omliggende gebouwen, gelet op de afstand tot omliggende gebouwen en de optredende trillingsniveaus op de fundering van gebouwen.
- De streefwaarden uit de SBR B-richtlijn gaan impliciet uit van 10% kans op ernstige hinder of slaapverstoring (ontwaken). Een dergelijke kans wordt dus impliciet als aanvaardbaar gezien. Bij de beoordeling van trillingen door evenementen dient een vergelijkbare mate van bescherming te worden geboden, maar voor incidenteel voorkomende evenementen is een hogere kans op ernstige hinder of slaapverstoring niet per definitie onaanvaardbaar.
- In de Omgevingswet zijn waarden opgenomen voor continue trillingen. De waarden in de Omgevingswet zijn afgeleid van de impact op de gezondheid voor langdurige blootstelling (dagelijks, 24 uur per dag) en niet specifiek bedoeld voor dansende en springende bezoekers bij evenementen, die een gemaximeerd aantal keer per jaar plaatsvinden. Landelijke waarden specifiek voor trillingen door dansende en springende bezoekers bij evenementen ontbreken. Daarom is deze Beoordelingsrichtlijn opgesteld, met grenswaarden afgeleid van de landelijke trillingsrichtlijnen.
- De SBR B-richtlijn volgend zijn de trillingen van dansende en springende bezoekers tijdens een evenement te classificeren als continue trillingen. Alleen niet als continue trillingen gedurende lange tijd. Immers, de duur van een evenement is korter dan 3 maanden (doorgaans een dag(deel)), maar evenementen komen wel meerdere keren per jaar voor. Het ligt daarom voor de hand om aansluiting te zoeken bij de streefwaarden voor *continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden, door bouw- of sloopwerkzaamheden*. In beide gevallen gaat het namelijk om trillingen gedurende korte(re), niet-permanente periodes.
- Het maakt voor deze Beoordelingsrichtlijn overigens niet uit om welk type trillingen het gaat. In deze Beoordelingsrichtlijn worden grenswaarden opgenomen waar de nieuwbouw aan

moet voldoen in relatie tot de trillingen door evenementen met dansende en springende bezoekers in het Gelredome, ongeacht om welk type trillingen het gaat.

- ▶ De trillingen van dansend publiek bij evenementen treden in het Gelredome doorgaans op bij zeer lage frequenties (tussen de 2 en 4 Hz). Vooral gebouwen met bouwhoogtes hoger dan 14 meter zijn daar gevoelig voor. Bij dergelijke lage frequenties zijn horizontale trillingen bovenin het gebouw vaak maatgevend. Daarbij speelt vooral het meezwaaïen van het gebouw een maatgevende rol in de ervaren hinder. De mate van hinder neemt toe naarmate men hoger in het gebouw aanwezig is.
- ▶ Voor trillingen bij de nieuwbouw zijn de evenementen type C (popconcerten) en D (dance-events) uit de aan Exploitatiemaatschappij Gelredome verleende omgevingsvergunning milieu van belang. Niet relevant voor trillingen (door dansende en springende bezoekers) zijn de overige evenementen uit de omgevingsvergunning, te weten de voetbalwedstrijden (type A), motorsportevenementen (type B) en monsterjam of tractor pullevenementen (type E). Relevant zijn namelijk de evenementen met dansende en springende bezoekers op het veld (dansende en springende bezoekers op de tribune kunnen ook trillingen veroorzaken, maar er is geen aanleiding om te veronderstellen dat deze trillingen niet voldoen aan de waarden uit de Omgevingswet).

GRENSWAARDEN NIEUWBOW

Voor de nieuwbouw in de omgeving van Gelredome is in deze Beoordelingsrichtlijn opgenomen aan welke grenswaarden moet worden voldaan.

Voor de maximale trillingssterkte V_{max} en de gemiddelde trillingssterkte V_{per} gelden in trillingsgevoelige ruimtes (van de nieuwbouw) de grenswaarden uit Tabel 1 in relatie tot de evenementen type C en type D.

Tabel 1 Grenswaarden in trillingsgevoelige ruimtes nieuwbouw bij evenementen van het type C (popconcerten, dag- en avondperiode) en type D (dance-events, dag-, avond- en nachtperiode)

	Dag 7:00 - 19:00			Avond 19:00 - 23:00			Nacht 23:00 - 7:00		
Aantal dagen per jaar	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
1 per jaar	0,80	3,20	0,40	0,80	3,20	0,30	0,20	0,80	0,10
2 per jaar	0,72	3,20	0,38	0,72	3,20	0,28	0,20	0,80	0,10
3 tot en met 12 per jaar	0,24	1,60	0,16	0,24	1,60	0,12			
13 tot en met 26 per jaar	0,20	1,60	0,15	0,20	1,60	0,11			

Bij afronding en toetsing van de trillingen aan de grenswaarden wordt aangesloten bij art. 22.88 uit de Bruidsschat.²

Bij het toepassen van deze tabel, geldt het volgende:

- Eerst wordt de te toetsen waarde afgerond naar de nauwkeurigheid van de norm (2 decimalen voor zowel V_{max} als V_{per}), conform artikel 6.11 lid 2 van de Omgevingsregeling.
- Indien de te toetsen waarde kleiner dan of gelijk is aan de grenswaarde, dan voldoet de situatie.

Korte motivering

Met de grenswaarden in deze Beoordelingsrichtlijn wordt een aanvaardbaar woon- en leefklimaat bij de nieuwbouw gecreëerd. Daarbij is het volgende van belang: trillingen kunnen hinder veroorzaken, onder andere in de vorm van slaapverstoring. In deze Beoordelingsrichtlijn zijn de grenswaarden afgeleid van de waarden uit de landelijke SBR-trillingsrichtlijnen. Deze landelijke richtlijnen zijn mede uit het oogpunt van gezondheid opgesteld. Daarbij wordt een bepaalde mate van hinder geaccepteerd. In de voorliggende Beoordelingsrichtlijn zijn de grenswaarden afgeleid van de streefwaarden voor bouw- en sloopwerkzaamheden uit de landelijke SBR-trillingsrichtlijn 'Hinder voor personen in gebouwen' (Deel B). In beide gevallen gaat het namelijk om trillingen gedurende korte, niet-permanente periodes. Omdat evenementen bij het Gelredome jaarlijks kunnen terugkeren (wat bij bouw- en sloopwerkzaamheden doorgaans niet zo is), zijn de grenswaarden in de Beoordelingsrichtlijn Gelredome voor de evenementen wel strenger dan die voor bouw- en sloopwerkzaamheden, om zo een aanvaardbaar woon- en leefklimaat ter plaatse van de nieuwbouw te creëren. Van belang daarbij is ook dat het gaat om maximaal 26 vergunde evenementen per jaar, waarvan slechts maximaal 2 in de nachtperiode (23.00u-07.00u).

Uitgebreide motivering

De streefwaarden uit de SBR B-richtlijn zijn primair gericht op het voorkomen van hinder van mensen. Naarmate mensen langer of vaker zijn blootgesteld aan hoge trillingssterkten, is de ervaren hinder minder acceptabel en zijn de streefwaarden strenger. De streefwaarden voor trillingen gedurende lange tijd zijn gebaseerd op deze langdurige blootstelling. Bij een kortere blootsteldingsduur zijn de streefwaarden soepeler, zoals bijvoorbeeld is te zien bij continue

² De SBR B-richtlijn is ambivalent in de toetsing. In paragraaf 10.5.1. staat dat de te toetsen grootheden kleiner moeten zijn dan de streefwaarden, in het stroomschema in Bijlage 2 staat soms dat de te toetsen grootheden kleiner moeten zijn dan de streefwaarden, en soms dat ze niet groter mogen zijn dan de streefwaarden. In de praktijk zien we dat hier verschillend mee wordt omgegaan door verschillende partijen. In de jurisprudentie zijn hier geen uitspraken over gedaan. In de Beleidsregel trillinghinder spoor (Bts) en de Bruidsschat (art. 22.88) is deze ambivalentie weggenomen, en staat dat de trillingen niet hoger mogen zijn dan de streefwaarden. Hier is bij aangesloten.

of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden, door bouw- of sloopwerkzaamheden.

Voor evenementen ligt het daarmee in de rede om ruimere grenswaarden te accepteren dan de streefwaarden zoals die gelden voor continue trillingen gedurende langere tijd. Enkele overwegingen hierbij:

1. Bij een beperkt aantal evenementen per jaar is de afweging tussen de hinder voor omwonenden en de beperking van de bedrijfseconomische activiteiten van het Gelredome anders dan bij activiteiten met langdurige blootstelling (dagelijks, 24 uur per dag). Relevante aspecten hierbij zijn dat (1) het mogelijk moet zijn om op daarvoor aangewezen locaties evenementen te organiseren, die nu eenmaal een bepaalde mate van hinder met zich meebrengen, en omwonenden dienen zich hiervan bewust te zijn; (2) de economische gevolgen van het niet laten doorgaan van evenementen moeten opwegen tegen de winst in hindervermindering bij het handhaven van strengere grenzen voor trillingen.
2. Er zijn drie situaties te onderscheiden:
 - I. De trillingen voldoen aan de streefwaarden voor continue trillingen gedurende langere tijd (SBR B, Tabel 2). De situatie is zonder meer aanvaardbaar.
 - II. De trillingen voldoen niet aan de streefwaarden voor trillingen gedurende korte tijd (SBR B, Tabel 4, streefwaarden voor bouw- en sloopactiviteiten). De situatie is zonder meer niet aanvaardbaar.
 - III. De trillingen voldoen weliswaar niet aan de streefwaarden voor continue trillingen gedurende langere tijd, maar wel aan de streefwaarden voor continue trillingen gedurende korte tijd. Er treedt dan waarschijnlijk wel hinder op, maar deze kan, indien gemotiveerd, in verband met de beperkte tijdsduur in veel gevallen worden geaccepteerd. De beperkte duur wordt dan bepaald door het aantal evenementen per jaar.
3. Voor evenementen die in de avond- en nachtperiode (na 19:00 uur) plaatsvinden, kan er sprake kan zijn van slaapverstoring. Veelvuldige, ernstige slaapverstoring dient te worden vermeden om ernstige gezondheidseffecten te voorkomen. In het Gelredome is vooral sprake van evenementen in de dag- en avondperiode en maximaal 2 evenementen in de nachtperiode.
4. De trillingen door dansende en springende bezoekers bij evenementen in het Gelredome zijn meestal zeer laagfrequente trillingen (2 tot 4 Hz), waardoor vooral gebouwen met bouwhoogtes hoger dan 14 meter gevoelig zijn voor de trillingen (heen en weer zwaaien van de gebouwen). De trillingen zijn daardoor het hoogst op de hoogste verdieping, onderin het gebouw worden geen of weinig trillingen gevoeld.
5. De trillingen van evenementen zijn vaak sterk afhankelijk van het type evenement (vooral het beatritme, maar ook de omvang van het publiek, de locatie van het publiek en het volume van de muziek). Er is in ieder geval geen sprake van langdurige trillingen, maar van maximaal 26 dagen per jaar momenten waarbij de trillingen vaak wel enkele uren aanhouden.
6. De Omgevingswet (art. 5.87 Bkl en art. 5.88 Bkl) maakt geen onderscheid tussen de dag- en avondperiode, maar de SBR B-richtlijn doet dat wel in paragraaf 10.5.4. voor continue trillingen gedurende korte tijd. Enerzijds dient er oog te zijn voor de belangen van bijv. kinderen en ouderen (die soms al eerder gaan slapen), anderzijds worden veel evenementen in de avonduren gehouden. In de SBR B-richtlijn, en in deze Beoordelingsrichtlijn, uit zich dat in een ruimere waarde voor de avond dan voor de nacht, maar anderzijds bij korter durende trillingen (paragraaf 10.5.4. in de SBR B-richtlijn) ook in een strenger beschermingsniveau in de avond vergeleken met overdag.
7. Op basis van ref [2]³ zien we dat bij lage frequenties de horizontale trillingen maatgevend zijn voor slaapverstoring. Bij een V_{max} van 0.8 in horizontale richting is sprake van 10% ernstige slaapverstoring, bij een V_{max} van 0.4 gaat het om 7.5% ernstige slaapverstoring en bij een V_{max} van 0.2 om 5% ernstige slaapverstoring. Naarmate evenementen vaker voorkomen, is een hogere beschermingsgraad (en dus minder ernstige slaapverstoring) gewenst.

Op basis van bovenstaande zijn de grenswaarden als volgt tot stand gekomen:

- De grenswaarden overdag zijn afgeleid van de streefwaarden voor continue of herhaald voorkomende trillingen gedurende korte tijd uit de SBR B-richtlijn (door bouw- en sloopwerkzaamheden). Omdat evenementen jaarlijks terugkeren (wat bij bouw- en sloopwerkzaamheden doorgaans niet zo is), zijn sommige grenswaarden wel strenger. Het gaat om de volgende afwijkingen:
 1. De hoogte van A2 is zodanig gekozen dat er geen ernstige hinder (V_{max} van 3,2, zie Beleidsregel trillinghinder spoor en bijlage 5 van de SBR B-richtlijn) is toegestaan. Voor evenementen die meer dan 2 keer per jaar voorkomen, hanteren we in lijn met andere milieuwetgeving voor nieuwbouw een factor 2 strengere waarden. Deze factor 2 is ook toegepast op A1 en A3. Hierdoor blijven de afwijkingen ten opzichte van de standaardwaarden uit het Bkl voor evenementen die meer dan 2 keer per jaar voorkomen, beperkt.
 2. De bepaling dat de periode aaneengesloten is, vervalt.

³ Merk op dat deze studie gaat over slaapverstoring door treinverkeer. Er zijn echter geen specifieke onderzoeken bekend voor andere types trillingen, en de opstellers van ref [2] geven aan dat hun resultaten niet onbruikbaar zijn voor andere types trillingen.

3. De differentiatie in grenswaarden is in lijn gebracht met de omgevingsvergunning milieu van het Gelredome.
4. Voor de avond hanteren we voor A1 en A2 dezelfde grenswaarden als overdag, met uitzondering van de A3-waarde (beperking van het gemiddelde trillingsniveau), om meer bescherming te bieden.
5. We maken een iets andere categorie-indeling dan de SBR B-richtlijn op basis van de volgende overwegingen:
 - Voor evenementen die 1 of 2 dagen per jaar voorkomen, zijn de grenswaarden afgeleid van de streefwaarden uit de SBR B-richtlijn.
 - We verminderen het aantal categorieën en sluiten aan bij overige milieuwetgeving: voor evenementen die tussen de 3 en 12 dagen per jaar voorkomen, zijn de grenswaarden afgeleid van de streefwaarden die behoren bij 5 dagen per jaar voor bouw- en sloopwerkzaamheden. De streefwaarden voor 5 dagen komen namelijk bij benadering overeen met de gemiddelde streefwaarden uit de SBR B-richtlijn voor 3 tot 12 dagen per jaar bij bouw- en sloopwerkzaamheden.
 - Bij 13 tot 26 evenementen per jaar zijn de grenswaarden afgeleid van de streefwaarden die behoren bij 6 tot 26 dagen per jaar voor bouw- en sloopwerkzaamheden.
 - Bij meer dan 26 evenementen per jaar, gelden de gewone streefwaarden voor continue trillingen gedurende lange tijd, ook omdat evenementen, in tegenstelling tot bouwtrillingen, jaarlijks terugkeren.

Belangrijk hierbij is om te realiseren dat evenementen daarmee dus wel tot hinder kunnen leiden, maar dat dit als aanvaardbaar wordt gezien als het om een beperkt aantal evenementen per jaar gaat.

- Omdat evenementen wel jaarlijks terugkomen, wordt niet langer gesproken over streefwaarden, maar over grenswaarden.
- Voor de 2 evenementen die ook in de nachtperiode mogen plaatsvinden, baseren we de grenswaarde voor A2 op maximaal 10% ernstige slaapverstoring (o.b.v. ref [2]), de andere grenswaarden zijn overeenkomstig hiermee gekozen. Dit is gebaseerd op de afweging dat bij enkele evenementen per jaar wat meer hinder kan worden geaccepteerd, gelet op de bestaande situatie, het beperkte aantal evenementen en de beperkte impact op de gezondheid bij incidentele slaapverstoring.

LITERATUUR

[1] Trillingen: meet- en beoordelingsrichtlijnen, Deel B: Hinder voor personen in gebouwen, Stichting Bouwresearch, augustus 2002

[2] Kerstin Persson Waye, Assessing the exposure-response relationship of sleep disturbance and vibration in field and laboratory settings, *Environmental Pollution* 245 (2019), 558-567

[3] E. van Kempen et al, *Hinder en slaapverstoring door trillingen van treinen, Resultaten van de Vervolgmeting "Wonen langs het spoor"*, RIVM-rapport 2023-0327