

Spoortrillingen Spoorzone Rijen

Prognose van het effect van de spooronderdoorgang



plaats & datum: Eindhoven, 9 november 2020

versie: definitief

opdrachtgever: Gemeente Gilze en Rijen

auteur(s): drs. Arnold Koopman

email: arnold.koopman@levelav.nl

telefoon: (+31) 040 247 27 00

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag openbaar gemaakt worden of aan derden beschikbaar gesteld worden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Level Acoustics & Vibration. Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden van Level Acoustics & Vibration, dan wel de betreffende ter zake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage tonen van het Level Acoustics & Vibration rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Inhoud

1. Inleiding	3
2. Doel en uitgangspunten	4
3. Normenkader	5
4. Onderzoeksmethode.....	11
5. Resultaten	17
6. Conclusies en advies	23
Referenties	25
Bijlage 1: inventarisatie van de adressen.....	26

1. Inleiding

In het kader van het project Stationsomgeving Rijen wordt de huidige spoorwegovergang direct ten westen van het station Gilze-Rijen vervangen door een spooronderdoorgang. Dit kan consequenties hebben voor de trillingsbelasting op gebouwen in de omgeving. Er zijn een aantal onderwerpen te onderscheiden:

Wat betreft oorzaken:

- Trillingen vanwege de ombouw van overgang naar onderdoorgang (bouwtrillingen)
- Trillingen in de exploitatiefase (treintrillingen)

Wat betreft gevolgen, in de omgeving:

- Bouwkundige schade
- Hinder
- Verstoring van gevoelige apparatuur, schade aan gevoelige kunstobjecten

Wat betreft belangen:

- Bestaande bebouwing
- Toekomstige bebouwing

Een aantal van deze onderwerpen geven aanleiding een voorspellend onderzoek uit te voeren. Dit rapport is daar het verslag van.

Het onderzoek heeft als scope:

- Trillingen in de exploitatiefase
- De effecten schade en hinder
- Voor bestaande en toekomstige bebouwing.

Het onderwerp bouwtrillingen is buiten de scope gehouden omdat de meest gebruikelijke en efficiënte aanpak van dit onderwerp is dat in de bouwvergunning wordt geregeld dat SBR richtlijn A, hiertoe opgesteld, wordt gehanteerd en wordt getoetst en bewaakt door middel van continue monitoring.

Het onderwerp verstoring van gevoelige apparatuur en schade aan gevoelige kunstobjecten speelt alleen rol bij aanwezigheid van ziekenhuizen, laboratoria, cleanrooms, drukkerijen, rekencentra, musea, particuliere kunstcollecties e.d. in de directe omgeving. Daarvan is voor zover bekend geen sprake van in de Spoorzone Gilze-Rijen.

2. Doel en uitgangspunten

Het onderzoek heeft twee doelen

- Vaststellen wat de te verwachten verandering in trillingsniveau is in woningen in de omgeving vanwege de vervanging van een spoorwegovergang door een spooronderdoorgang.
De toekomstige trillingsniveaus worden getoetst aan richtlijnen voor hinder van personen en voor schade aan gebouwen.
- Formuleren van uitgangspunten voor ontwikkelaars van nieuwbouw in de omgeving van de spooronderdoorgang wat betreft het onderwerp spoortrillingen.

Uitgangspunten betreffende het normenkader worden beschreven in het volgende hoofdstuk.

Naast de documenten die expliciet in dit rapport worden behandeld en terug te vinden zijn in de referentielijst achterin in dit rapport zijn de volgende documenten geraadpleegd.

- 221 Rijen SP-julianastraat V3.pdf
- 221 Rijen Spoorzone Stedenbouwkundig ontwerp 22 april 2020.pdf
- BF7177- DR-BB-1802 c1.0.pdf
- BF7177- DR-BB-1812 c1.0.pdf
- BF7177-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0002 Hydrologie spoortunnel Rijen.pdf
- BF7177-RHD-ZZ-ZZ-M3-C-0000 – situatie.pdf
- BF7177-RHD-ZZ-ZZ-M3-C-0000.pdf
- BF7177-RHD-ZZ-ZZ-M3-C-0001 - Horizontale doorsnede.pdf
- BF7177-RHD-ZZ-ZZ-M3-C-0002 – Bovenaanzicht.pdf
- BF7177-RHD-ZZ-ZZ-M3-C-0003 - Doorsneden en aanzichten.pdf
- BF7177-RHD-ZZ-ZZ-M3-C-0004 – Demarcatie.pdf
- BF7177-RHD-ZZ-ZZ-M3-C-0005 – Langsprofiel.pdf
- Ondergrond Spoorzone huidige situatie met luchtfoto.pdf
- Ondergrond Spoorzone huidige situatie zonder luchtfoto.pdf
- Ontwerprapportage spoorzone Rijen 06 juni 2019, signed.pdf

Daarnaast is een reeks aan bouwtekeningen gebruikt van de bestaande bebouwing in de omgeving. In de bijlage staat een tabel met een overzicht van de panden en de kolom “info” geeft aan of er bouwtekeningen beschikbaar waren en geraadpleegd zijn.

3. Normenkader

Wat is er beschikbaar?

Voor trillingen in de omgeving van spoorlijnen vanwege treinpassages is er geen specifieke wetgeving.

De Stichting Bouwresearch (**SBR**) heeft in 1993 richtlijnen uitgegeven voor trillingen in bouwwerken waarbij trillingen vanwege spoorverkeer binnen hun toepassingsgebied vallen. Ze zijn herzien in 2002. De richtlijnen gaan over het voorkomen van bouwkundige schade (richtlijn A), het voorkomen van hinder (richtlijn B) en het voorkomen van verstoring van apparatuur (richtlijn C). Richtlijn A is in 2017 opnieuw herzien. Zie [referenties \[1, 2, 3\]](#).

- SBR Trillingsrichtlijn A : Schade aan bouwwerken : 2017
- SBR Trillingsrichtlijn B : Hinder voor personen in gebouwen : 2002
- SBR Trillingsrichtlijn C : Verstoring van apparatuur : 2002

De richtlijnen hebben kracht van jurisprudentie. Ze zijn sinds 1993 veelvuldig toegepast in verband met spoorverkeer en andere bronnen van trillingen en hebben daarbij vaak een rol gespeeld in bestuursrechtelijke en civielrechtelijke procedures. Dat heeft nooit geleid tot gerechtelijke uitspraken waarin het toepassen van een van deze richtlijnen wordt afgewezen. De richtlijnen zijn ingeburgerd geraakt en worden aangewezen in plannen, vergunningen en besluiten en worden toegepast in de planfase en de uitvoering van bouwwerkzaamheden en gebruikt bij klachtenafhandeling. Er zijn tal van leveranciers op de markt verschenen van apparatuur die kunnen meten volgens de richtlijnen en er zijn tal van bureaus met de kennis en middelen om onderzoek uit te voeren volgens deze richtlijnen. De richtlijnen hebben aan de basis gelegen van de trillingsparagrafen van de Tracébesluiten van de Betuweroute en de HSL Zuid en worden sindsdien aangewezen in spoorse tracébesluiten.

De Minister van Infrastructuur en Waterstaat heeft sinds 2013 een beleidsregel voor trillingen specifiek vanwege spoorverkeer: de *Beleidsregel trillinghinder spoor* (**Bts**, zie [ref \[4\]](#)). Deze beleidsregel verklaart zichzelf van toepassing voor Tracébesluitplichtige projecten. De beleidsregel gaat alleen over het voorkomen van hinder en dus niet over het voorkomen van schade. De regel steunt zwaar op SBR richtlijn B door er veel hoofdstukken en paragrafen van aan te wijzen. De Bts wijst niet de gehele SBR B aan: waar het gaat om de beoordeling hanteert de Bts eigen waarden en wijzen. De Bts gaat verder dan de SBR B in de zin dat hij invult hoe met een beoordeling om moet worden gegaan.

Bovenstaande regelgeving gaat over de trillingsbelasting van een gebouw. De fysische staat van een gebouw (zijn sterkte, stijfheid en massa) speelt een rol bij het al dan niet optreden van de te voorkomen nadelige effecten (schade, hinder, apparatuurstoring). Dat zit impliciet verwerkt in deze regelgeving door de beoordeling te laten plaatsvinden daar waar apparatuur of personen zich bevinden in het pand (Bts, SBR B en C) en door criteria afhankelijk te maken van de aard en staat van het bouwwerk (SBR A). Er is geen expliciete regelgeving voor gebouwen, bijvoorbeeld in het Bouwbesluit, voor de gevoeligheid voor trillingen van een bouwwerk. Het enige dat beschikbaar is en door constructeurs wordt gebruikt bij het ontwerp van gebouwen zijn eisen aan vloeren in verband met lopen en springen. Deze eisen zijn echter weinig relevant voor trillingen van andere bronnen.

SBR versus Bts

Voor de aspecten schade aan gebouwen en verstoring van apparatuur is er geen (binnenlands) alternatief beschikbaar voor de SBR richtlijnen A en C. Voor het aspect hinder is er, als het gaat om spoorverkeer, een keuze: de Bts of de SBR B. Beide worden hier kort toegelicht.

SBR trillingsrichtlijn B

Deze richtlijn is, net als richtlijnen A en C, een “meet- en beoordelingsrichtlijn”. Het schrijft voor hoe trillingsmeting moet worden uitgevoerd en uitgewerkt tot twee beoordelingsmaten, V_{max} en V_{per} , en hoe deze dan, afhankelijk van de omstandigheden, moeten worden beoordeeld.

V_{max} is de maximale trillingssterkte die is opgetreden tijdens de meting. Er dient uiteraard tijdens een voor de bron representatieve periode te worden gemeten.

V_{per} is een gemiddelde trillingssterkte die optreedt tijdens een periode (zijnde dag, avond of nacht).

Metingen vinden plaats daar waar trillingen worden ervaren: op vloeren in de verblijfsgebieden van een gebouw.

De SBR B hanteert een soort stoplichtmodel: indien V_{max} onder een onderste streefwaarde (“A1”) ligt is de kans op hinder acceptabel. Indien V_{max} boven een bovenste streefwaarde ligt (A2), dan is er sprake van een hinderlijke situatie en dienen vervolgstappen te worden ondernomen. Deze vervolgstappen worden verder niet in detail beschreven anders dan in de informatief bedoelde Bijlage 5. Tussen de streefwaardes in (stoplichtkleur oranje) komt V_{per} in beeld. Deze dient te voldoen aan de daarvoor gestelde streefwaarde A3.

De streefwaardes A1, A2 en A3 hebben waardes die afhangen van de situatie: type bron, type gebouwfunctie, moment van de dag en de temporaliteit van de situatie (is deze nieuw, bestaand of gewijzigd). Voor spoorverkeer pakt A3 (voor V_{per}) dermate ruim uit dat deze alleen bij zeer intensief bereiden veelsporige trajecten een rol kan spelen. Het spoor bij Rijen is behoort daar niet toe. Daarmee is A2 (voor V_{max}) de facto het maatgevende criterium.

Voor woningen rond het spoor komt de beoordeling van bestaande situaties neer op:

$V_{max} \leq 0,8$ (overdag en 's avonds)

$V_{max} \leq 0,4$ ('s nachts)

Bij gewijzigde situaties hanteert de SBR het principe van stand still, althans indien in de huidige situatie wordt voldaan. Indien in de huidige situatie niet wordt voldaan dient in de gewijzigde situatie wel te worden voldaan.

Beleidsregel Trillinghinder Spoor (Bts)

Met de Bts is bedoeld de SBR B aan te vullen en te verduidelijken. Het heeft een complexere structuur. Naast de 11 artikelen en een bijlage is er sprake van toelichtingen, wordt de SBR B aangewezen en wordt er verwezen naar een extern document als het gaat om de bepaling van beoordelingsmaat V_{max} (zie figuur 1).

De voor Rijen relevante belangrijkste verschillen zijn de volgende:

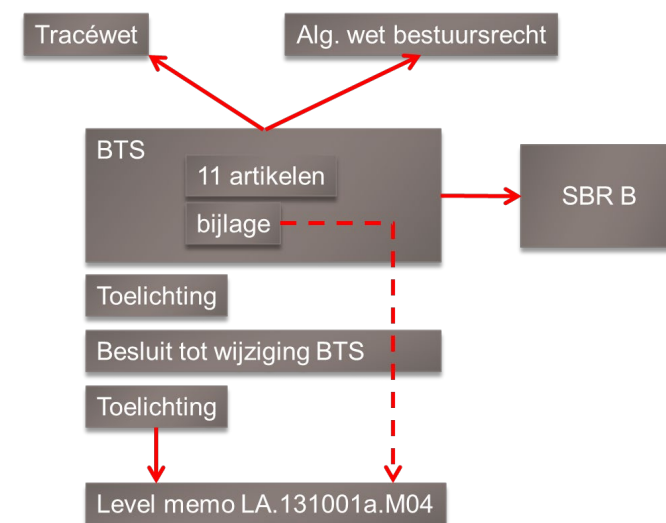
- De beoordeling van een gewijzigde situatie is verder uitgewerkt.
 - Toenames van V_{max} van minder dan 30% worden gekenschetst als niet merkbaar en gelden als “stand still”.
 - “Stand still” als criterium geldt, i.t.t. de SBR B, ook indien in de huidige situatie niet wordt voldaan.
 - Samengevat zijn er geen consequenties voor een project zolang deze niet leid tot toenames van meer dan 30% voor V_{max} .
 - Bij toenames van meer dan 30% (“merkbare toenames”) dienen maatregelen te worden overwogen waardoor de toenames tot onder de 30% worden gebracht en V_{max} gaat voldoen aan A2.
 - Voor V_{per} geldt dat elke toename boven A3 dient te worden bestreden, ook die minder dan 30%.
- De follow-up is verder uitgewerkt.
 - Indien maatregelen moeten worden ontworpen dienen deze op doelmatigheid te worden getoetst. Hoe deze kosten-batenafweging precies moet worden uitgevoerd is echter niet omschreven.
 - Na voltooiing van het project dient binnen een jaar de blootstelling opnieuw te worden vastgesteld. Indien nodig dienen dan aanvullende maatregelen te worden getroffen (na onderwerping aan de doelmatigheidsafweging).
 - Een V_{max} van meer dan 3,2 dient ongeacht doelmatigheid te worden bestreden.

Tabel 1 geeft een verder, niet uitputtend, overzicht van de verschillen en overeenkomsten.

Als het gaat om de toetsing kan de Bts anders uitpakken dan de SBR. Dat heeft de volgende oorzaken:

- De V_{max} bepaald volgens Bts zal anders zijn dan die volgens SBR. Soms iets hoger, soms iets lager. Gemiddeld (over locaties in het land) zijn de verschillen rond de 10%. Soms zijn er uitgeschieters.
- Bij een gewijzigde situatie voldoet deze volgens Bts altijd zolang de toename van V_{max} maar niet merkbaar is, dus niet meer dan 30%, en zolang de toename van het langdurig gemiddelde, V_{per} , maar niet meer is dan 0%. Overigens dienen wat betreft de toename opeenvolgende projecten rekening met elkaar te houden: als er bijvoorbeeld al een toename van V_{max} van 20% is geweest is er nog maar 10% ruimte over voor een volgende wijziging.

Als het gaat om de follow-up blijkt in de praktijk, als Tracébesluiten van voor en van na de Bts met elkaar worden vergeleken, de Bts vaker te leiden tot de daadwerkelijke uitvoering van maatregelen. Als een situatie niet voldoet geeft de SBR in Bijlage 5 een vrij “zachte” handreiking hoe daar mee om kan worden gegaan. De Bts is strenger en vraagt om het opnemen van maatregelen in het plan en het aantonen van doelmatigheid.



Figuur 1: Bts en zijn omgeving

Tabel 1: verschillen en overeenkomsten tussen SBR B en Bts

aspect	SBR trillingsrichtlijn B (SBR B)	Beleidsregel Trillinghinder Spoor (Bts)
Doel	Beoordelen situatie	Voorkomen dat een (tracénbesluitplichtig) spoorproject extra trillingshinder veroorzaakt
Trillingsbronnen	Elke mogelijke bron buiten het vertrek	Treinpassages
Gebouwfuncties	Wonen, kantoor, onderwijs, gezondheidszorg, bijeenkomst, kritische werkruimten	Wonen, kantoor, onderwijs, gezondheidszorg, bijeenkomst, kritische werkruimten
Temporaliteit	Nieuwe bron Wijziging aan bron Nieuwe gebouwen Bestaande situaties	Nieuw spoor Wijzigingen aan het spoor
Beoogd primair gebruiksmoment	Zodra trillingen zich voordoen	Planfase
Beoordelingsgrootheden	V _{max} , V _{per}	V _{max} , V _{per} , Toename
Criteria	Streefwaarden A1, A2 en A3	Streefwaarden A1 en A3, A2 heet nu een grenswaarde De tabelwaardes hiervoor zijn niet veranderd
Bepaling van de toetswaarden, op grond van metingen	Metten gedurende een “representatieve” periode (spoor: 1 week).	Metten gedurende 1 of 2 weken met een statistische naverwerking die gericht is op reproduceerbaarheid.
Bepaling van de toetswaarden op grond van berekeningen	Geen speciale voorzieningen.	De bepaling van V _{max} en V _{per} is gebaseerd op een gemiddelde meetwaarde en statistiek. Dat maakt het beter mogelijk met modellen deze waardes te voorspellen.
Afweging toelaatbaarheid	Bijlage 5 met daarin een hinderkwalificatietabel en oproep tot overleg tussen betrokken partijen	Artikel 9 over doelmatigheid op grond van kosten-baten analyse van ontworpen maatregelen

Keuze

De Bts is het (voorlopige) eindpunt van een proces waarin bij het tot stand komen van tracébesluiten werd geworsteld met het toepassen van een meetrichtlijn in een plansituatie. De issues die de Bts poogt op te lossen gelden onverkort voor andere spoorse plannen dan TB-plichtige, zoals de realisatie van een onderdoorgang. Deze zijn:

- In veel woningen langs het spoor wordt in de bestaande situatie niet voldaan aan de richtlijn. In hoeverre dienen spoorplannen de taak op zich te nemen dit te bestrijden?
- De Vmax, zoals de SBR voorschrijft die te meten, wordt bepaald door die ene trein in een week, vaak een goederentrein. Dat maakt Vmax sterk "stochastisch": erg gevoelig voor toevallige omstandigheden. Per week zal de waarde verschillen.
- Een kleine wijziging aan het spoor (1 meter verplaatsing bijvoorbeeld) leidt rekenkundig meteen tot het doorbreken van de stand still, terwijl het de vraag is of de omgeving daar wel iets van merkt.
- Gezien de begrensde betrouwbaarheid van prognoses kan het opportuun zijn de toepassing van een maatregel uit te stellen tot na realisatie van het project, zodat kan worden vastgesteld of de maatregel nog echt nodig is. Gezien de focus, bij gewijzigde situaties, op stand still, dienen in dat geval wel nulopnames en oplevertoetsen te worden uitgevoerd en wel met voldoende betrouwbaarheid (reproduceerbaarheid) om nauwkeurig een toename te kunnen vaststellen.
- Wanneer is een overschrijding toelaatbaar?

Om die redenen is het te prefereren de Bts te hanteren: de kennis en ervaring rond deze issues die tot stand is gekomen sinds 2002 (de laatste keer dat de SBR B is herzien) is er in samen gebracht.

Indien besloten wordt de Bts te hanteren dient ook een doelmatigheidsafweging te worden opgesteld waarin zorgvuldigheid wordt betracht bij de beprijzing van de reductie in trillingsniveau.

Het advies is de Bts toe te passen en er een bijbehorende doelmatigheidsafweging voor op te stellen.

Samenvatting van de hinderbeoordeling

De eisen zijn voor de bestaande woningen:

Maatregelen dienen te worden overwogen indien één of meerdere van het volgende geldt:

- $V_{max, straks} > 0,2$ en toename $V_{max} > 30\%$
- $V_{per, straks} > 0,1$ en toename $V_{per} > 0\%$

Doel van de maatregelen is:

- $V_{max} \leq 0,4$ en toename $V_{max} < 30\%$
- Toename $V_{per} \leq 0\%$

De Bts doet geen uitspraak over nieuw te bouwen woningen maar de grenswaarden en streefwaarden voor nieuw spoor in de Bts komen overeen met die van de SBR voor nieuwe situaties. De Bts heeft wel de eis aan V_{per} laten vervallen. Zoals eerder gesteld is binnen het beoordelingskader van de SBR bij spoorverkeer de V_{per} alleen bij bijzonder intensief verkeer van belang en daarom in Rijen niet relevant. Gezien de belangrijke rol die de woning zelf speelt bij het versterken en verzwakken van de bodemtrillingen is het enerzijds niet goed mogelijk prognoses te doen voor nieuwbouw zolang daarvoor geen constructieve gegevens beschikbaar zijn en is het anderzijds vaak efficiënter maatregelen aan de gebouwen te nemen in plaats van aan het spoor. In een bouwvergunning kan worden opgenomen dat de constructie zodanig is dat bij een gegeven blootstelling (trillingsniveau op maaiveld) in de woningen aan de SBR B wordt voldaan waarbij bij voorkeur voor de bepaling van V_{max} de methode van de Bts wordt gehanteerd (de "Level memo" in figuur 1). Dit komt neer op de eis dat

- $V_{max} < 0,2$

Beoordeling kans op schade

Voor de beoordeling van de kans op schade is (alleen) SBR trillingsrichtlijn A beschikbaar.

Net als de SBR B is het een meet- en beoordelingsrichtlijn. Anders dan de SBR B kent het grenswaarden (in plaats van streefwaarden) en zijn deze conservatief. Dat betekent dat zolang trillingen onder de grenswaarden blijven de kans op schade voldoende klein is. "Voldoende klein" is een kans als het risico (kans maal effect) "maatschappelijk acceptabel" wordt geacht.

De beoordelingsmaat is **V_{top}** . Dit is de hoogst gemeten snelheidsamplitude. Het verschil met V_{max} is dat V_{top} een direct meetresultaat is terwijl V_{max} enkele nabewerkingen kent in verband met de menselijke perceptie (zoals de A-weging bij geluid).

Bij trillingsgevoelige funderingen, waar kans is op zetting van de fundering door trillingen, is ook de hoogst gemeten versnellingsamplitude, A_{top} , van belang. De grenswaarde voor V_{top} hangt af van de aard van de trillingen (waaronder de dominante frequentie die er in zit) en de aard van de constructie. Voor gebouwen in slechte staat of met een formele monumentale status wordt een veiligheidsfactor in rekening gebracht. Bij toetsing wordt rekening gehouden met de uitgebreidheid van de meetopstelling. Gangbaar is "indicatief" te meten, dat betekent met 1 sensor aan de fundering. Dat leidt tot een toeslagfactor op de metingen van 1,6.

In dit geval wordt de grenswaarde met de volgende keuzes vastgelegd:

- Continue trillingen (dominante frequentie volgt uit de prognose)
- Gebouwcategorie 2 (metselwerk)
- Staat en status van de gebouwen: normaal en niet-monumentaal
- Meting: indicatief (voorspelling van trillingsniveau van de fundering)

4. Onderzoeksmethode

Primair is het doel te bepalen wat het effect is van de komst van de spooronderdoorgang op trillingen in de omgeving. Daarna volgt toetsing en het opstellen van uitgangspunten voor toekomstige bebouwing. Het effect wordt onderzocht door de huidige trillingsniveaus en de toekomstige niveaus te bepalen en deze onderling te vergelijken.

Algemeen gangbaar voor trillingsonderzoek is een gefaseerde aanpak::

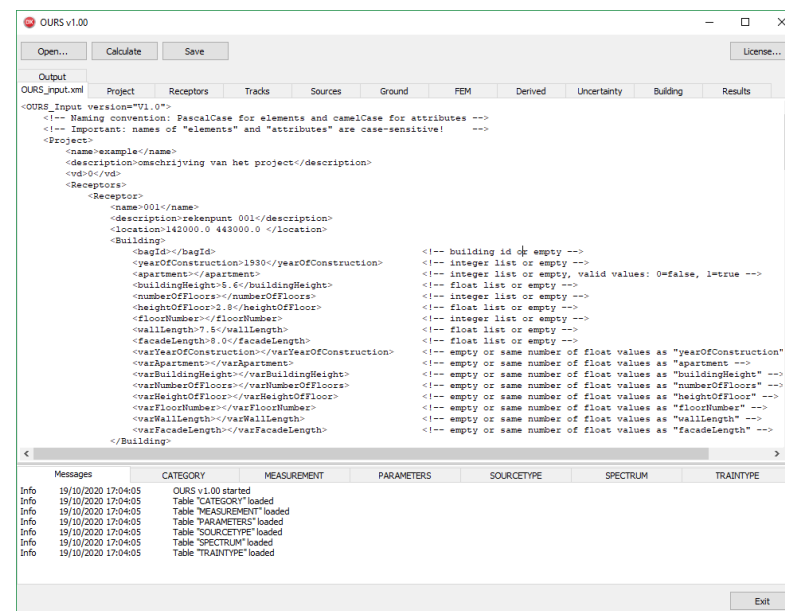
1. Scoping: het leggen van een afstandscontour om te bepalen welke panden onderzoek vereisen.
2. Screening: het bepalen welke situaties mogelijk niet gaan voldoen aan het beoordelingskader.
3. Detailonderzoek: het met precisie onderzoeken van de uit screening komende situaties, met als mogelijke uitkomsten een ontworpen maatregel dan wel een vaststelling van alsnog voldoen.

Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld het omgevingsaspect “geluid” waar fasen 2 en 3 samenvallen tot 1 onderzoekslag met een wettelijk vastgestelde rekenmethode. Zo iets is er (nog) niet voor trillingen en daarbij komt dat detailonderzoek voor trillingen complex en duur kan zijn. Daarom wordt eerst een screenende tussenstap genomen, waarbij het vaak ook kan blijven, afhankelijk van de uitkomsten.

Het onderhavige onderzoek betreft fasen 1 en 2. Er is een contour van ongeveer 100 meter getrokken rond de onderdoorgang en daarbinnen wordt gezocht naar mogelijke probleemlocaties. De contour is wat krappert dan de 150 meter dat tegenwoordig gebruikelijk is bij spoor trillingsonderzoek maar bevat al dermate veel panden, van allerlei pluimage, dat dit al een goed beeld oplevert van de impact van het project. Indien die resultaten daar aanleiding toe geven wordt in tweede instantie de contour alsnog verder naar buiten gelegd om nog meer panden te betrekken. Het criterium daarbij is dat die woningen in kaart worden gebracht waar trillingsniveaus in de huidige situatie boven de streefwaarde voor hinder uitkomen en waar effect van het project te verwachten is.

Voor het bepalen van de huidige en toekomstige niveaus is er geen uniforme methode. Soms wordt er veel gemeten, voor de toekomstige situatie bijvoorbeeld aan een vergelijkbare situatie elders, soms wordt er veel gerekend, en allerlei combinaties van die twee.

Omdat deze “state of the art” willekeur in zich herbergt en er vaak veel (dure) metingen nodig zijn om in de screening fase aan te tonen dat er *geen* probleem is, heeft het ministerie van IenW aan RIVM opdracht gegeven een uniform rekenmodel te bouwen voor de screening fase. Dit model is nu beschikbaar onder de naam **Ours** (“ontwikkeling uniform rekenmodel spoortrillingen”). Zie ook [referentie \[5\]](#).



Figuur 2: user interface van Ours

De huidige niveaus in Rijen zouden kunnen worden bepaald door middel van metingen. Echter, gezien het relatief grote en diverse areaal aan woningen is het effectiever in eerste instantie de huidige situatie vast te stellen op basis van berekeningen, zoals dat ook sowieso nodig is voor de toekomstige situatie. In tweede instantie, als bijv. grote onzekerheden in de berekeningen daar aanleiding toe geven, kan altijd alsnog een meetcampagne worden gestart. Het voordeel is dat bij vergelijking tussen straks en nu de bepalingmethoden hetzelfde zijn en veel onzekerheden en variaties (zoals variatie bij de bron) tegen elkaar weggestreept worden. Wel is het van nut om de berekeningen te iijken met een of enkele metingen. Daarvoor zijn in deze situatie resultaten beschikbaar van metingen van Movares die recent in opdracht van ProRail zijn uitgevoerd en metingen van de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant in dezelfde periode.

De berekeningen worden uitgevoerd met Ours. Dit model is bedoeld om toegepast te worden bij spoorplannen. Het model is recent beschikbaar gekomen en bevindt zich in een evaluatiefase. Het RIVM gebruikt het model voor een grootschalig landelijk onderzoek naar trillingshinder en de lessen die dat heeft opgeleverd zijn gebruikt bij de toepassing in Rijen. Voor stijve bodems, zoals in Rijen, heeft het model de neiging de trillingsniveaus te onderschatten. IJking van het model aan de hand van metingen ter plaatse verhelpt dit.

Ours kan niet elke situatie modelleren: de spooronderdoorgang kan niet in detail in het model worden ingevoerd. Het model dient dus te worden uitgebreid met een “extern” model van de spoorwegovergang¹. Dit is als volgt tot stand gebracht.

Met de volgende work around is er toch een prognose voor de toekomstige tot stand gebracht.

- De mogelijke fysische effecten van de onderdoorgang zijn in kaart gebracht.
- Die effecten zijn buiten Ours geanalyseerd en vertaald naar een voor Ours equivalente situatie
- Die equivalente situaties zijn in Ours gemodelleerd.

De volgende effecten zijn in rekening gebracht:

- De wanden van de onderdoorgang werken als een trillingsgeleider naar de omgeving
- De wanden van de onderdoorgang reflecteren trillingen

Dit zijn potentieel versterkende effecten. Andere effecten zijn:

- De onderdoorgang schermt trillingen (afkomstige van de andere kant) af. Dit effect wordt als gering geschat, niet omdat er geen afscherming is maar omdat er altijd ook nog spoor aan dezelfde kant en dichterbij ligt en de Vmax daardoor voornamelijk bepaald zal worden.
- De onderdoorgang betekent een verandering in de spooropbouw, ten opzichte van de huidige spoorwegovergang. Dit effect kan direct worden berekend met Ours.

¹ Vanwege de complexiteit van bodemtrillingen is het gebruikelijk dat prognoses worden opgebouwd uit een combinatie van modellen. Ours zelf is ook een combinatie van modellen. Het alternatief, een “fysisch compleet” model, vraagt bijzondere capaciteit, kost veel tijd en heeft als nadeel dat het weinig inzicht oplevert over de rol van onderdelen van het systeem.

Invoer van Ours

De volgende invoer is gebruikt.

Treintypes

- VIRM, 140 km/uur, 1 per uur per richting, van 6:00 tot 00:00
- ICM, als VIRM, 140 km/uur, 1 per uur per richting, van 6:00 tot 00:00
- ICR+TRAXX, 140 km/uur, 2 per uur per richting, van 6:00 tot 00:00
- FLIRT/SLT, 40 km/uur, 2 per uur per richting, van 5:30 tot 00:30
- Container/bont, 90 km/uur, 6 overdag, 3 's avonds, 12 's nachts
- Ketel, 90 km/uur, per week: 1 overdag, 1 's avonds, 2 's nachts

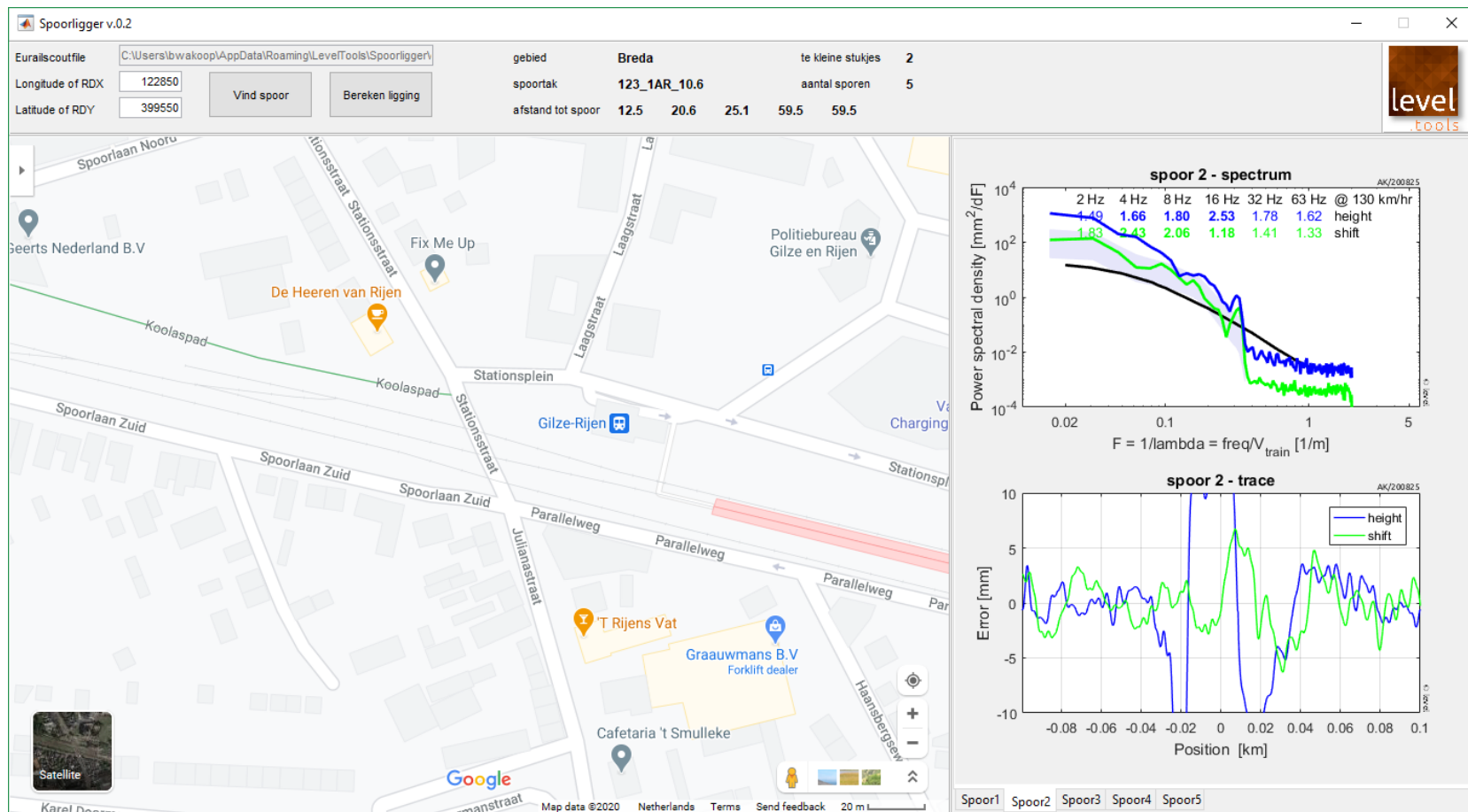
Types en hoeveelheden zijn gebaseerd op een visuele inspectie in verband met recente metingen bij de spoorwegovergang van de N631. De snelheden betreffen de baanvaksnelheden voor het betreffende type materieel. De FLIRT/SLT's zijn stoptreinen die vanwege het halteren bij station Gilze-Rijen de voor het model minimale snelheid van 40 km/uur hebben.

Spoorbaan

De oneffenheid van het spoor speelt een grote rol in de mate waarin spoortrillingen ontstaan. Het spoor is een combinatie van “doorgaand” spoor en (in de huidige situatie) bijzondere oneffenheden zoals enkele wissels en de spoorwegovergang. Op basis van metingen in 2018 door het meetrijtuig van Eurailscout is de kwaliteit van het doorgaande spoor, inclusief de wissels, en de kwaliteit van de spoorwegovergang gekarakteriseerd (zie figuur 2) en ingevoerd in Ours. Ten behoeve van dit project, en van toekomstige projecten, is een karakterisering van spoorwegovergangen ontwikkeld die compatibel is met de invoer van Ours.

Voor de invoer van de spoorligging hanteert Ours de parameter Cgeo: een correctiefactor, per trillingsfrequentie, waarin een locatie afwijkt van het Nederlandse gemiddelde. Tabel 2 vat de gebruikte waardes samen. Het betreft 200 meter spoor met de spoorwegovergang als middelpunt. Waardes groter dan 1 impliceren een spoorligging die slechter is dan het Nederlandse gemiddelde waardoor meer trillingen zullen ontstaan.

Voor de toekomstige situatie is de verwachting dat de kwaliteit gelijk is aan het Nederlandse gemiddelde. Het spoor wordt immers opnieuw gelegd, de wissels en de spoorwegovergang verdwijnen en het ballastspoor wordt over het spoorviaduct voortgezet. Bij slappe bodems is de kans groot dat er alsnog oneffenheid ontstaat bij de overgang van baan naar viaduct maar de stijve bodem van Rijen en de toepassing van stootplaten maakt de kans op oneffenheidsontwikkeling door stijfheidsvariatie in de onderbouw gering.



Figuur 3: analyse van de spoorkwaliteit op basis van meetrijtuigmetingen uit 2018 met behulp van de tool Spoorligger

Tabel 2: correctiefactoren voor de spoorkwaliteit

		2 Hz	4 Hz	8 Hz	16 Hz	32 Hz	63 Hz
Huidig doorgaand spoor	CgeoZ	1,57	1,68	2,03	2,22	1,75	1,60
	CgeoX	1,93	2,56	2,24	1,21	1,48	1,39
Huidige spoorwegovergang	CgeoZ	5,5	2,7	3,3	2,0	1,5	1
	CgeoX	1	1	1	1	1	1
Toekomstig spoor	CgeoZ	1	1	1	1	1	1
	CgeoX	1	1	1	1	1	1

Bodem

Ours baseert de beschrijving van de bodem op sonderingen in de omgeving die beschikbaar zijn in de Basisregistratie Ondergrond (BRO). Deze worden door Ours zelf verzameld.

Gebouwen

Binnen een straal van 100 meter van de huidige spoorwegovergang zijn alle woonadressen geïnventariseerd. Van de woningen zijn kenmerken vastgelegd die relevant zijn voor de reactie van het gebouw op bodemtrillingen. Dit is gebeurd op basis van bouwkundige tekeningen die bij de gemeente beschikbaar zijn en voor het overige op basis van visuele inspectie met Google Streetview. De bijlage geeft een overzicht van die invoer.

Ours bepaalt automatisch de kortste afstand tot het spoor en tot subbronnen zoals wissels en de spoorwegovergang.

Invoer van de onderdoorgang

De toekomstige spooronderdoorgang wordt op de volgende manieren gemodelleerd in Ours.

Het effect van trillingsgeleiding door de wanden

Trillingen in de spoorbaan kunnen ter plekke van de overgang van baan naar viaduct de wand intreden, zich voortplanten door de wand en vandaar weer afstralen naar de omgeving. Vanwege de hogere stijfheid en lagere demping van beton zal dit trillingspad effectiever zijn dan voortplanting door de bodem. Daar staat tegenover dat het alleen om trillingen zal gaan die in directe omgeving ontstaan van de kruising van baan en wand. Bovendien is het mogelijk dat de afstraling inefficiënt verloopt (waardoor in feite de trillingsenergie blijft opgesloten in de wand).

Om dit in Ours te modelleren wordt een spoor op de plaats van de wand gelegd. Dit brengt in rekening dat er weinig verlies is in de wand en een afstraling door de hele wand. De afstraalefficiëntie wordt conservatief op 1 gezet (alle energie treedt de bodem in). Om in rekening te brengen dat de energie slechts afkomstig is van een relatief kort stuk spoor (direct bij de wand) wordt de bron gekenschetst als een puntbron. Die kenschetsing beïnvloedt onbedoeld ook de berekening van de demping als functie van de afstand tot de wand maar bij de geringe afstanden waarbij de geleiding een verschil kan maken is dat effect, in Ours, gering.

Het effect van reflectie aan de wand

Trillingen van de spoorbaan die een woning voorlangs passeren kunnen via reflectie alsnog de woning bereiken en de trillingen die het pand direct hebben bereikt versterken. Dit wordt gemodelleerd volgens de zogenaamde “spiegelbronmethode”. De spoorbaan wordt gespiegeld in de wand en de resulterende imaginaire tweede spoorbaan wordt als extra bron meegenomen in de berekeningen.

Kalibratie van Ours

Movares heeft in 2019 langdurig gemeten aan een pand in dit gebied ([ref \[6\]](#)). Het pand betreft Julianastraat 111. Dit pand is toegevoegd aan de berekeningen voor de huidige situatie. Door het berekende resultaat te vergelijken met de metingen wordt een kalibratiefactor bepaald. Deze factor kan voornamelijk worden toegeschreven aan aspecten die alle woningen treffen en die zowel voor de huidige als de toekomstige situatie zullen gelden: de bronsterkte en de propagatie door de bodem. De kalibratiefactor wordt daarom op alle berekende resultaten, huidig en toekomstig, gezet.

Omdat het een langdurige meting betreft met een onderzoekend doel (het effect van Shimlift, een product waarmee spooroneffenheid kan worden bestreden) is er niet een eenduidige waarde van V_{max} vastgesteld conform Bts of SBR. Het rapport stelt, in hoofdstuk 4 onder punt 2, dat voor de installatie van Shimlift de waarde voor **V_{max} rond de 0,7** lag. Gezien het geringe effect, op langere termijn, van Shimlift zoals geconstateerd in dat rapport, zal die waarde ook nu gelden. Het is deze waarde die wordt gebruikt voor de kalibratie van Ours (zie het volgende hoofdstuk).

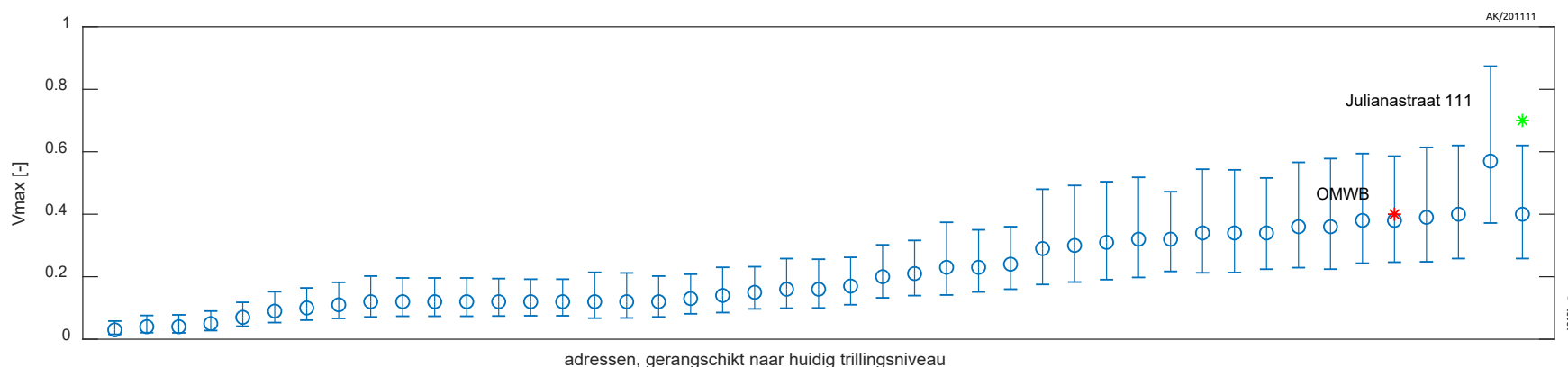
In oktober 2019 heeft de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant (OMWB) ook een trillingsmeting uitgevoerd in de buurt van de spoorwegovergang ([ref \[7\]](#)). Het adres hiervan is vertrouwelijk. De meetperiode lag binnen de langdurige meetperiode van Movares en uit de resultaten van Movares kan worden opgemaakt dat tijdens de meting van de OMWB de spoorwegovergang er ongeveer zoals “vanouds” bij lag, dus zonder veel effect van de Shimlift. Het meetresultaat kan wat dat betreft dus op een zelfde manier worden geïnterpreteerd als de 0,7 van Julianastraat 111. Op de fundering van het OMWB-pand is een waarde voor **V_{max} van 0,4** gemeten.

5. Resultaten

Huidige situatie en kalibratie

Omdat bij het beoordelen van de toekomstige situatie op het aspect hinder de huidige situatie mede van belang is, is berekend wat de huidige trillingsniveaus zijn in de woningen. Figuur 4 toont de resultaten, in dit geval van de fundering, gerangschikt naar V_{max} . Ours levert een mediaan als verwachtingswaarde, dat is de waarde waarbij de kans 50% is dat de werkelijke waarde hoger ligt en 50% dat de werkelijke waarde lager ligt. De mediaan is aangegeven met een cirkel. Daarnaast levert Ours een parameter voor de onzekerheid van de prognose: sigma. Die is voor deze grafiek omgerekend naar een 95% betrouwbaarheidsband. Die band is aangegeven met een staaf. De kans is 95% dat de werkelijke waarde binnen deze bandbreedte ligt.

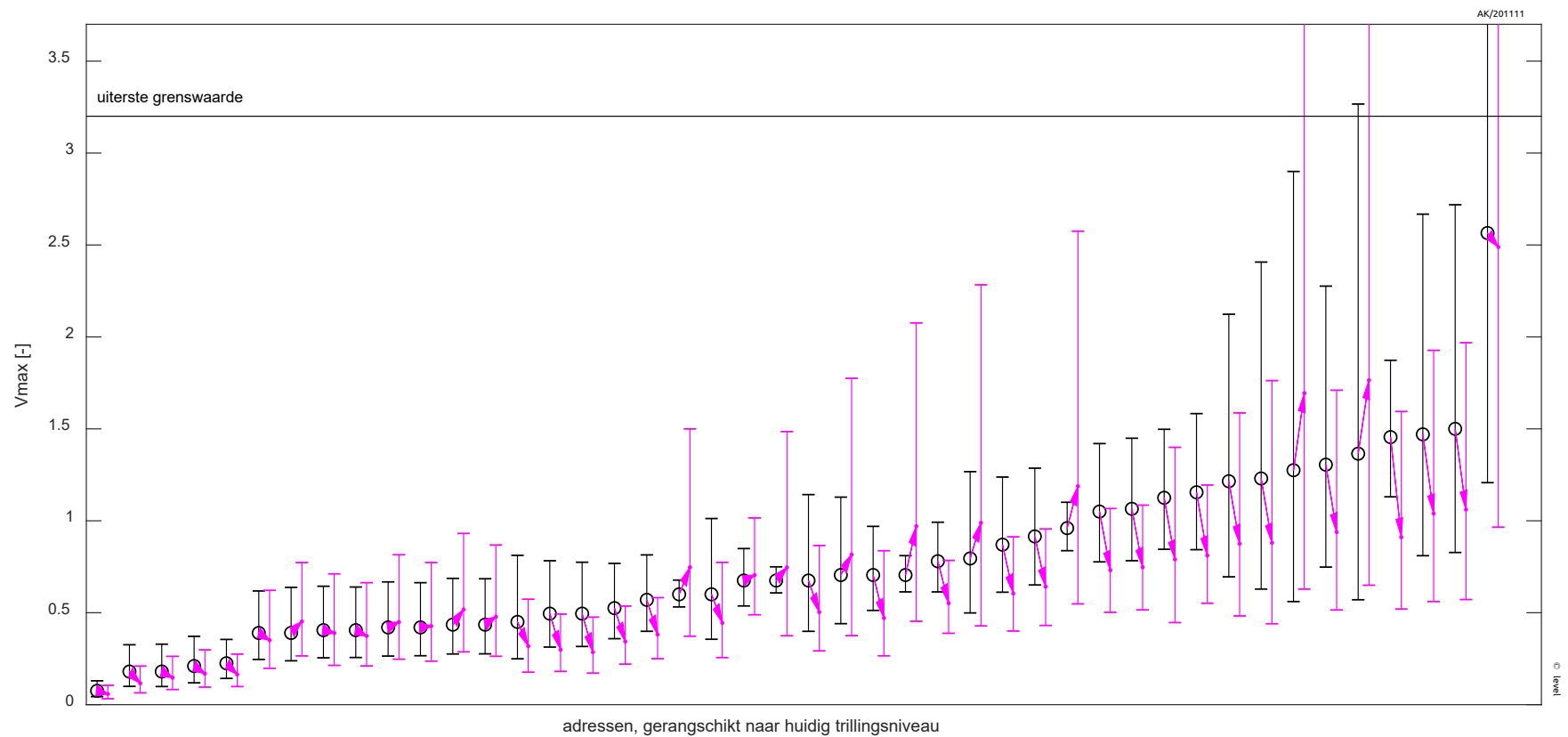
De meetwaarden van Movares en de OMWB is toegevoegd aan de grafiek met een groen resp. rood sterretje. De meetwaarde van de OMWB ligt dicht bij de verwachtingswaarde, de meetwaarde van Movares ligt net buiten de bandbreedte van de prognose. Conform wat reeds bekend is van validatiemetingen van Ours op zandgronden doet Ours gemiddeld dus een onderschatting. De afwijking voor Rijen wordt geschat op een **factor 1,5**. Daarbij wordt de meting van Movares wat zwaarder gewogen dan de meting van de OMWB in verband met de respectievelijke lengtes van de meetperiodes. Alle verdere resultaten die in dit rapport worden gepresenteerd zijn met deze factor gecorrigeerd.



Figuur 4: berekening van V_{max} op de fundering; de groene ster betreft de meetwaarde van Movares, de rode ster de meetwaarde van de Omgevingsdienst

Toekomstige situatie

Voor de toekomstige situatie is zowel van belang wat dan de waarde voor V_{max} en V_{per} zal zijn als of er sprake is van een toename van meer dan 30% voor V_{max} . Figuur 5 vat de resultaten samen. De huidige V_{max} (binnen de woning) is aangegeven met een zwarte cirkel en een bandbreedte. De verandering vanwege de komst van de onderdoorgang zijn aangegeven met een pijl, waarbij de pijlpunt het toekomstig niveau met bijbehorende onzekerheid aangeeft.



Figuur 5: prognose van de verandering van het trillingsniveau V_{max} op de onderzochte adressen waarbij de adressen zijn gesorteerd op het huidige berekende niveau

De volgende observaties zijn te maken:

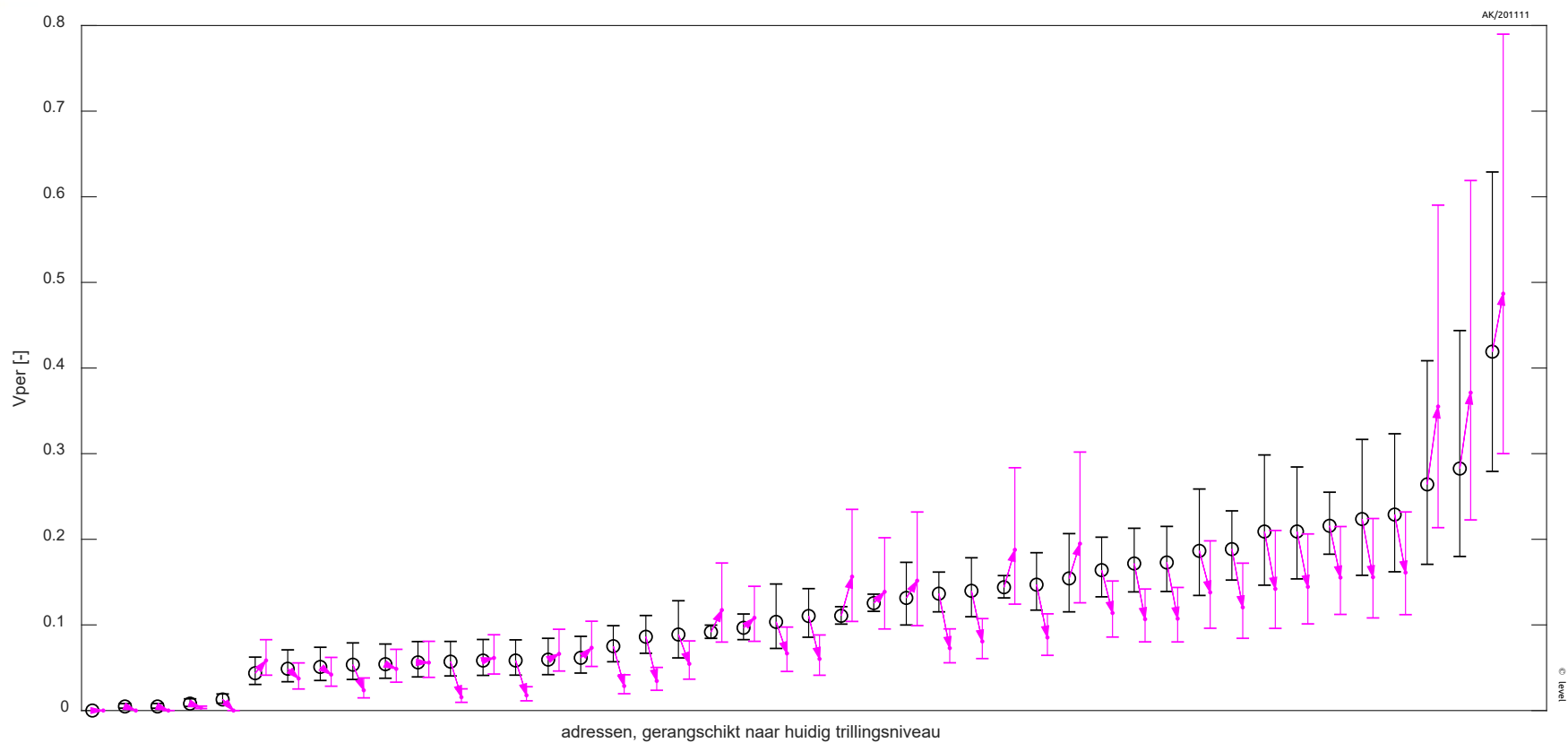
- Bij de meeste woningen neemt de verwachtingswaarde van het trillingsniveau af. Dat betekent dat het trillingsniveau naar verwachting zal afnemen. Dit is toe te schrijven aan de huidige dominantie van de spoorwegovergang als subbron. In de toekomstige situatie zal deze bron er niet meer zijn.
- Er is een uitschieter wat betreft de verwachte trillingsniveaus in de huidige en in de toekomstige situatie. Het betreft Julianastraat 118. Dit pand ligt zeer dicht bij de spoorwegovergang en zeer dicht bij de toekomstige onderdoorgang. Het profiteert weliswaar van het wegvallen van de overgang maar ervaart ook de mogelijk nadelige effecten van de komst van de onderdoorgang. Het berekende niveau ligt zeer dicht bij de ultieme grenswaarde van 3,2 waarboven een situatie ontoelaatbaar wordt geacht.
- Er zijn een aantal adressen waar toenames worden verwacht. De effecten van de onderdoorgang spelen daar naar verwachting sterk.

Naast V_{max} dient ook V_{per} , het tijdgemiddelde niveau, te worden beoordeeld. Figuur 6 presenteert de resultaten. V_{per} kent in feite drie waarden: een voor de dag (07:00-19:00), een voor de avond (19:00-23:00) en een voor de nacht (23:00-0700). Van deze drie is per pand de hoogste gepresenteerd als maatgevende waarde. Wederom is er bij de meeste panden sprake van een afname van de verwachtingswaardes en zijn er een paar panden waar toenames zijn te verwachten.

Aangaande de betekenis van de in de twee grafieken gepresenteerde bandbreedtes:

Ours levert bij de berekening van de huidige situatie een bandbreedte waarin zowel onzekerheid over de bron, de bodemoverdracht en het gebouw is verwerkt. Na kalibratie aan de hand van de Movares meting kan gesteld worden dat de onzekerheid over bron en overdracht weg is genomen. Dat geldt in ieder geval voor het pand waar de meting plaatsvond, maar in grote mate ook voor de overige panden. Wat nu als bandbreedte voor de huidige situatie nog gepresenteerd wordt (zwarte lijnen) is die verband houdend met de onzekerheid over de reactie van het gebouw. Dat blijkt in veel gevallen een belangrijke factor.

Voor de toekomstige situatie komt er een onzekerheid bij: over de modellering van de effecten van het wegnemen van de spoorwegovergang en de wissels en de komst van de onderdoorgang. Daardoor zijn de bandbreedtes voor de toekomstige situatie (roze) vaak groter dan die voor de huidige (zwart).



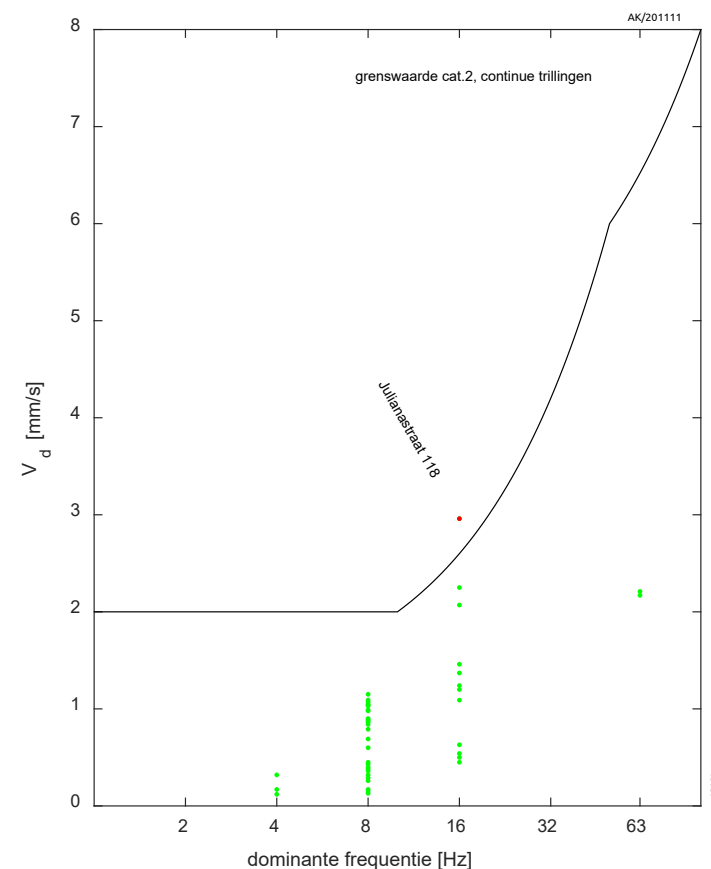
Figuur 6: prognose van de verandering van het trillingsniveau V_{per} (de hoogste waarde van dag, avond en nacht) op de onderzochte adressen waarbij de adressen zijn gesorteerd op het huidige berekende niveau

Aspect schade

Voor het aspect schade is alleen de berekening voor de toekomstige situatie relevant. Voor de beoordeling van de toekomstige situatie spelen de huidige niveaus niet direct een rol. Ours levert als output een rekenwaarde voor de toetswaarde, V_d , conform SBR A. Dat betekent dat de voorspelde waarde voor V_{top} is verzwakt met de veiligheidsfactor voor de uitgebreidheid van de meting (voorspelling voor de fundering dus een factor 1,6). Daar bovenop is de onzekerheid van de prognose in rekening gebracht die Ours berekent op grond van de onzekerheden in de invoer.

De rekenwaarde voor de toetswaarde V_d dient, volgens SBR A, te worden vergeleken met de rekenwaarde voor de grenswaarde. In de rekenwaarde voor de grenswaarde is de aard van de trilling en de staat van het gebouw in rekening gebracht. Figuur 7 toont de resultaten: elk pand is een stip op een plek op het kruispunt van de voorspelde waarde voor V_d en de voorspelde dominante frequentie. De zwarte curve is de rekenwaarde voor de grenswaarde, welke afhangt van de frequentie.

Er is één pand die boven de grenswaarde ligt: Julianastraat 118.



Figuur 7: beoordeling van de kans op schade in de toekomstige situatie; op één uitzondering na voldoen alle adressen aan SBR richtlijn A

Nieuwbouw Spoorzone

De huidige bebouwing aan de oneven (dus westelijke) kant van de Julianastraat gaat plaats maken voor nieuwbouw. De ontwikkelaars van de nieuwbouw zullen rekeningen moeten houden met de aanwezige spoortrillingen, bij voorkeur door constructie keuzes te doen en eventueel extra maatregelen aan de fundering te nemen waardoor in de woningen de trillingsniveaus zullen voldoen aan de in hoofdstuk 3 geformuleerde eis voor nieuwbouw. Ter informatie wordt de ontwikkelaars prognoses aangereikt. Vanwege de rol die de constructie van het gebouw speelt in de sterkte van de trillingen zijn de ontwikkelaars daarmee niet ontslagen van de taak zelf een prognose op te stellen met de juiste gegevens over hun gebouw.

In tabel 3 worden de prognoses gepresenteerd. Het gaat om de volgende twee grootheden en hun 95% betrouwbaarheidsintervallen.

- V_{rms} op maaiveld. Deze output van Ours betreft een gemiddelde waarde die gebruikt wordt in berekeningen en die zich goed laat vergelijken met metingen.
- V_{max} op de fundering van een "standaard" tweelaags eengezinswoning met betonnen wanden en vloeren. Voor de fundering is ook een dominante frequentie beschikbaar.

De waardes worden gegeven voor de bouwblokken 1, 2 en 3.

Tabel 3: niveaus in de toekomstige situatie op maaiveld en op de fundering van een standaard betonnen eengezinswoning

	$V_{rms, maaiveld}$	$V_{max, fundering}$	
Blok 1	$0,50 \pm 0,50$	$0,45 \pm 0,22$	@8 Hz
Blok 2	$0,15 \pm 0,10$	$0,18 \pm 0,10$	@8 Hz
Blok 3	$0,15 \pm 0,15$	$0,18 \pm 0,10$	@8 Hz



Figuur 8: schematisch overzicht van het kavel waar nieuwbouw is gepland

6. Conclusies en advies

Bestaande bouw

Geadviseerd wordt voor de bestaande bebouwing de *Beleidsregel trillinghinder spoor* (Bts) als richtlijn te gebruiken. De Bts gebruikt de V_{max} (hoogste trillingsniveau in een week, op de vloer van elke verblijfsruimte), de V_{per} (het tijdgemiddelde trillingsniveau op diezelfde vloeren) en de toenames van deze twee maten als beoordelingsgrootheden.

Volgens de Bts dienen maatregelen te worden overwogen indien één of meerdere van het volgende geldt:

- $V_{max, straks} > 0,2$ en toename $V_{max} > 30\%$
- $V_{per, straks} > 0,1$ en toename $V_{per} > 0\%$

Doel van de maatregelen is:

- $V_{max} \leq 0,4$ en toename $V_{max} < 30\%$
- Toename $V_{per} \leq 0\%$

Het overwegen van maatregelen betekent dat maatregelen worden ontworpen en geprijsd en dat vervolgens een doelmatigheidsafweging plaatsvindt om te bepalen of een maatregel daadwerkelijk wordt uitgevoerd. Hoe de doelmatigheidsafweging dient plaats te vinden is niet in detail voorgeschreven in de Bts. Geadviseerd wordt een eigen doelmatigheidscriterium op te stellen als onderdeel van de planvorming².

De komst van de spooronderdoorgang heeft de volgende effecten op de bestaande bebouwing.

Aspect hinder

In de meeste woningen in de omgeving neemt het trillingsniveau naar verwachting af.

Op een aantal adressen is er sprake van een verwachte toename.

Gezien de mate van toename in verhouding tot de onzekerheidsmarges van de berekeningen is niet op voorhand te zeggen of de toename van V_{max} meer dan 30% zal bedragen en/of die van V_{per} meer dan 0%, in welk geval maatregelen dienen te worden ontworpen.

Het is daarom van belang een vervolgstap te zetten met het doel de onzekerheidsmarges te verkleinen.

Gesteld dat er sprake is van te grote toenames dan dienen, volgens de Bts, maatregelen te worden ontworpen. Daarbij moet in eerste instantie worden gedacht aan een aanpassing van de constructie van de onderdoorgang, gezien de rol van de onderdoorgang in de toename van de trillingen op deze adressen. Gedacht kan worden aan het constructief loskoppelen van het spoorviaduct van de onderdoorgangswanden en het (meer) laten overhellen van de onderdoorgangswanden.

² Er is op dit moment geen op zich zelf staand document met een doelmatigheidscriterium. In elk Tracébesluit wordt de afwegingsmethodiek opnieuw opgesteld. Het meest recente voorbeeld is te vinden in paragrafen 2.3 en 2.4 van Deel 3 van het trillingsrapport voor het TB van PHS Meteren-Boxtel ([ref\[8\]](#)). Hoe de Raad van State aankijkt tegen het hanteren van een normbedrag per woning, een belangrijk onderdeel van de doelmatigheidsafwegingen tot nu toe, is te vinden in een uitspraak over de MER evaluatie van de Betuweroute ([ref\[9\]](#)).

Van belang is op te merken dat het effect van de onderdoorgang niet heel precies berekend is maar op grond van een kwalitatieve analyse conservatief (dus worst case) ingeschat en gemodelleerd en daardoor een belangrijke bron van de geconstateerde onzekerheid over de toename. Aangezien voor het ontwerpen van eventuele trillingsmaatregelen aan de onderdoorgangsconstructie sowieso een meer gedetailleerd model nodig is is het raadzaam een dergelijk model op te stellen en daarmee eerst de prognose van het huidige ontwerp te verfijnen en zo de onzekerheidsmarges te verkleinen.

Aspect schade

Slechts op 1 adres wordt volgens de berekening de grenswaarde voor schade, SBR trillingsrichtlijn A, overschreden. Dat betekent dat de kans op schade vanwege toekomstig treinverkeer voor dit adres niet verwaarloosbaar klein is. Dat adres is Julianastraat 118. Het verdient aanbeveling dit pand te monitoren wat betreft trillingsniveau en schade-ontwikkeling. Gezien de geringe overschrijding is de kans is nog steeds erg groot (orde 99%) dat treinverkeer niet tot schade zal leiden en een actieve bewaking van het pand gedurende een aantal jaren kan daarover meer uitsluitsel geven. Er is ook een aanmerkelijke kans dat de trillingsniveaus lager zijn dan de prognose en voldoen aan de grenswaarden van de SBR A.

Indien schade optreedt terwijl de trillingsniveaus boven de grenswaarden van de richtlijn liggen mag van de veroorzaker worden verwacht dat deze de schade herstelt.

Nieuwbouw

Geadviseerd wordt voor de toekomstige nieuwbouw in de omgeving de SBR trillingsrichtlijn B als richtlijn te gebruiken. Voor spoorverkeer in Rijen komen de criteria van de SBR B er op neer dat er bij de ontwikkeling van nieuwbouw gestreefd dient te worden naar:

- $V_{max} < 0,2$

Op de nieuwbouwlocatie aan de westkant van de Julianastraat worden trillingsniveaus verwacht zoals samengevat in tabel 3 van hoofdstuk 5. De waardes zijn dermate hoog dat er bij de constructie van de nieuwbouw rekening mee dient te worden gehouden ten einde de streefwaarde van de SBR B te behalen.

Een belangrijk rol hierin speelt het effect van de spoorwegonderdoorgang. In verband met voorspelde overschrijdingen wordt reeds geadviseerd de prognose scherper te stellen aan de hand van meer gedetailleerde modellering met behulp van welke vervolgens ook eventueel maatregelen aan de onderdoorgangsconstructie kunnen worden ontworpen. Het een en/of het ander kan de noodzaak om aan de nieuwbouw maatregelen te nemen gedeeltelijk of geheel wegnemen.

Geadviseerd wordt hier als volgt mee om te gaan.

- In het bestemmingsplan wordt betreffende de nieuwbouwlocatie vastgelegd dat er sprake is van een trillingsbelaste locatie. Tabel 3 wordt daarbij opgenomen als indicatieve informatie daarover. In het bestemmingsplan wordt voor deze locatie de streefwaarde voor V_{max} van 0,2 opgenomen als doelstelling voor nieuwbouw, onder verwijzing naar de SBR trillingsrichtlijn B voor wat betreft de bepaling van deze waarde. Opgemerkt wordt dat de trillingsniveaus sterk worden beïnvloed door constructiekeuzes. Daarmee heeft de gemeente invulling gegeven aan de informatieplicht hieromtrent.
- Van aanvragen voor bouwvergunningen voor nieuwbouw wordt geëist dat daarin wordt aangetoond wat de verwachte waarde is voor V_{max} en wat is gedaan om de streefwaarde te behalen.

Referenties

- [1] SBR trillingsrichtlijn A : Schade aan bouwwerken : 2017
https://www.crow.nl/downloads/pdf/kennisbank/2019/sbr_trillingsrichtlijn_deel_a_2017.aspx
- [2] SBR trillingsrichtlijn B : Hinder voor personen in gebouwen : 2002
<https://www.crow.nl/online-kennis-tools/kennismodule-funderingen-en-trillingen>
- [3] SBR trillingsrichtlijn C : Verstoring van apparatuur : 2002
<https://www.crow.nl/online-kennis-tools/kennismodule-funderingen-en-trillingen>
- [4] Beleidsregel trillingshinder spoor, Staatscourant 27 maart 2014
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0031466/2014-03-27>
- [5] Gebruik rekenmodel Ours, RIVM, mei 2020
https://github.com/rivm-syso/OURS/blob/master/Gebruik_OURS_versie1.0.pdf
- [6] Lommers, N: *Brabandrouteproef Shimlift*, Movares rapport D79-CLO-KA-20000012, juni 2020
- [7] Grunsven, G.F.C. van: *Trillingsonderzoek Brabandrouteproef; woningen Rijen, Dorst en Oisterwijk*, Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant rapport 19013769/19030724/19030726, januari 2020
- [8] Schouten, P.: *PHS Meteren-Boxtel – Achtergrondrapportage Trillingen – deel 3: Maatregelafweging*, Arcadis rapport MB1.3.2-04, maart 2020
https://www.platformparticipatie.nl/binaries/3.%20TB-rapport%20Trillingen%20deel%203_MB1.3.2-04_tcm117-449671.pdf
- [9] Uitspraak 201704267/2/R3, Raad van State, ECLI:NL:RVS:2018:3610, 7 november 2018

Bijlage 1: inventarisatie van de adressen

nr	adres	huisnr	info	kwadrant	bouwjaar		appartement		#Bouwlagen		diepte		overspanning		houtenvloer		opmerkingen
					median	var	median	var	median	var	median	var	median	var	media	var	
1	Spoorlaan Zuid	15a	ja	ZW	1955	1	0	0	2	0	8	1	3,75	0,25	1	0	8x18 60hoh
2	Spoorlaan Zuid	17	ja	ZW	1956	1	0	0	3	0	9	3	3,8	0,25	1	0	8x18 55hoh
3	Spoorlaan Zuid	19	ja	ZW	1956	1	0	0	3	0	9	3	3,8	0,25	1	0	8x18 55hoh
4	Spoorlaan Zuid	21	ja	ZW	1934	1	0	0	2	0	13	1	3,55	0,25	1	0	8x18 50hoh
5	Spoorlaan Zuid	23	ja	ZW	1932	1	0	0	2	0	7	0,1	4,5	0,25	1	0	8x18 55hoh
6	Spoorlaan Zuid	25	ja	ZW	1933	2	0	0	2	0	15	1	4	0,25	1	0	8x18 55hoh
7	Spoorlaan Zuid	27	ja	ZW	1930	1	0	0	2	0	14	1	3,9	0,25	1	0	8x18 55hoh
8	Spoorlaan Zuid	27A	ja	ZW	1962	1	0	0	2	0,1	10	1	3,7	0,25	1	0	
9	Spoorlaan Zuid	27B	ja	ZW	1962	1	0	0	2	0,1	9	1	3,7	0,25	1	0	
10	Spoorlaan Zuid	27C	ja	ZW	1962	1	0	0	2	0,1	10	1	3,7	0,25	1	0	
11	Spoorlaan Zuid	27D	ja	ZW	2014	1	0	0	2	0	8	2	3,7	0,25	1	0	7x22 varhoh
12	Spoorlaan Zuid	29	ja	ZW	1931	2	0	0	2	0	12	1	3,6	0,25	1	0	8x18 50hoh
13	Julianastraat	117	ja	ZW	1931	2	0	0	2	0	9	2	3,7	0,25	1	0	
14	Karel Doormanstraat	2	nee	ZW	2015	5	0	0	3	0	8	1	5	1	0	0,2	
15	Karel Doormanstraat	2A	nee	ZW	2015	5	0	0	3	0	8	1	5	1	0	0,2	
16	Karel Doormanstraat	2B	nee	ZW	2015	5	0	0	3	0	8	1	5	1	0	0,2	
17	Karel Doormanstraat	2C	nee	ZW	2015	5	0	0	3	0	8	1	5	1	0	0,2	
18	Karel Doormanstraat	2D	nee	ZW	2015	5	0	0	3	0	8	1	5	1	0	0,2	
19	Karel Doormanstraat	2E	nee	ZW	2015	5	0	0	3	0	8	1	5	1	0	0,2	
20	Karel Doormanstraat	2F	nee	ZW	2015	5	0	0	3	0	8	1	5	1	0	0,2	
21	Parallelweg	2	ja	ZO	1930	5	0	0	2	0	10	2	4	0,25	1	0	
22	Julianastraat	106	ja	ZO	1961	1	0	0	2	0	11	2	4	0,25	0	0	steenhoogte 13, druklaag

23	Julianastraat	110	ja	ZO	1930	1	0	0	2	0	9	0,5	4	0,25	1	0	5x12 op BG, 8x18 1ste
24	Julianastraat	118	ja	ZO	1908	1	0	0	2	0	4	1	3,8	0,25	1	0	
25	Haansbergseweg	71	ja	ZO	1931	1	0	0	2	0	7,5	1	4	0,25	1	0	
28	Stationsstraat	3	ja	NW	1957	1	0	0	2	0,1	2	0,5	3,6	0,25	1	0	8x18 55hoh
29	Stationsstraat	3a	ja	NW	1957	1	0	0	2	0,1	2	0,5	3,6	0,25	1	0	
30	Stationsstraat	5	ja	NW	1911	1	0	0	2	0	4	0,5	4,1	0,25	1	0	
31	Stationsstraat	7	ja	NW	1910	5	0	0	2	0	4	0,5	4	0,25	1	0	
32	Stationsstraat	9	ja	NW	1910	5	0	0	2	0	4	0,5	4	0,25	1	0	
34	Stationsplein	4	ja	NO	1932	1	0	0	3	0	20	1	4	0,25	1	0	8x18 50hoh
35	Stationsplein	5	ja	NO	1932	1	0	0	3	0	20	1	4	0,25	1	0	8x18 50hoh
36	Stationsplein	6	ja	NO	1932	2	0	0	3	0	10	1	4,5	0,25	1	0	8x25
38	Stationsstraat	4	ja	NO	1920	20	0	0	2	0	5	1	4,7	0,25	1	0	klopt het dat in de punt ge
39	Stationsstraat	6	ja	NO	1912	5	0	0	2	0	5	1	4,5	0,5	1	0	
40	Stationsstraat	8	ja	NO	1909	1	0	0	2	0	5	1	4	0,25	1	0	
41	Laagstraat	3a t/m iets	ja	NO	2002	1	0	0	5	0	6	1	7	0,25	0	0	
42	Laagstraat	5a t/m iets	ja	NO	2002	1	0	0	5	0	6	1	6	0,5	0	0	
43	Laagstraat	4, 6, 8	nee	NO	2000	10	0	0	4	0	15	1	6	1	0	0	MEETLOCATIE MOVARES
44	Anne Frankplein	10 t/m 60 of zo	nee	NO	2000	10	1	0	4	0	14	1	5	1	0	0	
45	Constance Gerlingsstraat	24 t/m 48 of zo	ja	NO	2000	1	1	0	5	0	30	5	6	0,5	0	0	
46	Constance Gerlingsstraat	49 t/m 63 of zo	nee	NO	2005	5	1	0	3	0	8	1	5	0,5	0	0	
47	Constance Gerlingsstraat	5 t/m 47 of zo	ja	NO	2002	1	1	0	5	0	13	2	5,5	0,5	0	0	
48	Constance Gerlingsstraat	50 t/m 78 of zo	ja	NO	2002	1	1	0	5	0	16	2	7	0,25	0	0	NIEUWBOUW
49	Julianastraat	111	nee	ZW	1910	10	0	0	2	0	4	1	4	1	1	0	
50	Julianastraat	NO	nee	ZW	2021	2	0	0,2	3	1	10	1	5	1	0	0,1	
51	Julianastraat	O	nee	ZW	2021	2	0	0,2	3	1	10	1	5	1	0	0,1	
52	Julianastraat	ZO	nee	ZW	2021	2	0	0,2	3	1	10	1	5	1	0	0,1	NIEUWBOUW

53	Julianastraat	Z	nee	ZW	2021	2	0	0,2	3	1	10	1	5	1	0	0,1	NIEUWBOUW
54	Julianastraat	ZW	nee	ZW	2021	2	0	0,2	3	1	10	1	5	1	0	0,1	NIEUWBOUW
55	Julianastraat	W	nee	ZW	2021	2	0	0,2	3	1	10	1	5	1	0	0,1	NIEUWBOUW
56	Julianastraat	NW	nee	ZW	2021	2	0	0,2	3	1	10	1	5	1	0	0,1	NIEUWBOUW
57	Julianastraat	N	nee	ZW	2021	2	0	0,2	3	1	10	1	5	1	0	0,1	NIEUWBOUW
58	Julianastraat	C	nee	ZW	2021	2	0	0,2	3	1	10	1	5	1	0	0,1	NIEUWBOUW