

notitie

Railinfra Solutions/ Benthem Crowwel

Leidseveer 4
3511 SB Utrecht
Postbus 2202
3500 GE Utrecht

onderwerp Overall Samenvatting: trillingsonderzoek tracébesluit PHS Viersporigheid Rijswijk -
Delft Zuid

project PHS Viersporigheid Rijswijk – Delft Zuid

opdrachtgever ProRail

projectcode RIS432-26-101

referentie RS-UT20160055


opgemaakt door ir. E.J. Vlijm

goedgekeurd door ir. J. Geerling

status definitief 2.0

datum opmaak 27 oktober 2016

bijlagen -

paraaf 

aan ProRail Jan Willem Lammers
Sander Pieck
Hielke Zandberg

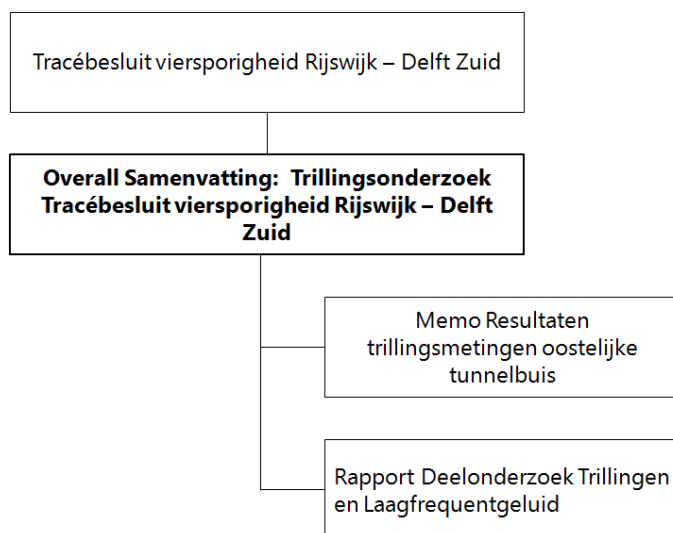
kopie RB Jantien Geerling, Thea Klumper

Overall samenvatting: trillingsonderzoek tracébesluit PHS Viersporigheid Rijswijk - Delft Zuid

Overzicht achterliggende documenten

Ten behoeve van het MER en het tracébesluit PHS Viersporigheid Rijswijk – Delft Zuid is een trillings- en laagfrequentgeluidonderzoek uitgevoerd. Het onderzoek wordt beschreven in een aantal documenten. Figuur 01 geeft een overzicht van de documenten. Voorliggende notitie betreft de overall samenvatting van het onderzoek. Voor nadere toelichting wordt verwezen naar de onderliggende onderzoeksdocumenten.

Figuur 0-1 Documentenstructuur trillingsonderzoek



Overall samenvatting

Het tracébesluit PHS Viersporigheid Rijswijk - Delft Zuid maakt de spooruitbreiding van twee naar vier sporen tussen Rijswijk en Delft Zuid mogelijk. Ook gaan er meer reizigerstreinen rijden als gevolg van het Programma Hoogfrequent Spoor. Beide wijzigingen hebben invloed op de trillingsbelasting in de omgeving. Om dit in kaart te brengen is een onderzoek uitgevoerd waarbij zowel de trillingsbelasting in de referentie- als in de plansituatie in kaart is gebracht. Als toetsingskader geldt voor dit tracébesluit de Beleidsregel trillinghinder spoor (Bts).

Het vastgestelde studiegebied loopt van Rotterdam Centraal tot aan Den Haag Centraal. Een deel van het onderzoeksgebied kent een wijziging aan het spoor en een deel niet. Er is daarom in het trillingsonderzoek een indeling gemaakt in de volgende deelgebieden:

- drie deelgebieden waar geen wijziging aan het spoor plaatsvindt;
- twee deelgebieden waar het spoor wijzigt van twee naar vier sporen;
- een afzonderlijk gebied voor de spoortunnel in Delft waar het spoor wijzigt van twee naar vier sporen (ingebruikname van de westelijke tunnelbuis).

Voor de spoortunnel in Delft en de overige deelgebieden zijn twee separate onderzoeken uitgevoerd, omdat de situatie ter plaatse van de spoortunnel sterk afwijkt van de rest van het

studiegebied. Bij het onderzoek naar de spoortunnel is naast een onderzoek naar trillingen ook een onderzoek uitgevoerd naar mogelijke hinder door laagfrequent geluid, wat een gevolg is van het trillen van wanden of vloeren in een gebouw. Bekend is dat bij ondergrondse railinfrasituaties hinder door laagfrequentgeluid kan optreden. Daarom is voor de spoortunnel onderzoek gedaan naar laagfrequent geluid. Voor zowel het onderzoek naar de spoortunnel als naar de overige deelgebieden geldt dat op basis van trillingsmetingen langs het spoor in combinatie met rekenmodellen een prognose is opgesteld.

Als resultaat van de rekenmodellen volgt het trillingsniveau in de referentie- en de plansituatie in gebouwen langs het spoor. In de berekening van trillingsniveaus wordt onderscheid gemaakt in een maximaal en een gemiddeld trillingsniveau, respectievelijk V_{\max} en V_{per} . V_{\max} is het gevolg van het passeren van maatgevende treinen, V_{per} is het gevolg van alle treinpassages waarbij het trillingsniveau boven een drempelwaarde uitkomt. De wijze van bepaling van de twee verschillende niveaus wordt beschreven in de Bts. De twee niveaus dienen apart te worden getoetst aan afzonderlijke grenswaarden zoals in de Bts omschreven. Bij de toetsing van laagfrequentgeluid voor een situatie met spoortunnel is methode de Ruiters gehanteerd. Deze methode is specifiek opgesteld voor ondergronds treinverkeer en wordt in vergelijkbare situaties toegepast.

Toets trillingen traject Den Haag Centraal - Delft Noord plus traject Delft Zuid - Rotterdam Centraal

Uit het onderzoek naar de drie deelgebieden waar geen spooruitbreiding plaatsvindt plus de twee deelgebieden waar wel een spooruitbreiding plaatsvindt (traject Den Haag Centraal - Delft Noord en traject Delft Zuid - Rotterdam Centraal), volgt dat er nergens een toename van meer dan 30% van V_{\max} wordt verwacht. Volgens de Bts geldt dat bij een toename van minder dan 30% geen maatregelen hoeven te worden afgewogen indien onder de bovenste grenswaarde van 3,2 wordt gebleven. Uit de V_{\max} toets volgt dat overal wordt voldaan aan de Bts. Uit de toetsing van V_{per} volgen twee locaties waar niet wordt voldaan aan de Bts. Op deze twee locaties zijn de berekende V_{per} -trillingsniveaus bepaald door metingen aan één of enkele woningen uit te voeren. De locaties betreffen een woning in Rijswijk en acht woningen in Kethel. Voor deze woningen wordt voor zowel in de referentie- als in de plansituatie een overschrijding van de grenswaarde van V_{per} gevonden. De toename in V_{per} tussen referentie- en plansituatie (oftewel: het effect van het project) is zo'n 10 %.

Voor de woning in Rijswijk en de woningen in Kethel waar een overschrijding van de grenswaarde van V_{per} volgens de Bts is gevonden, is een afweging gemaakt van de toepassing van mitigerende maatregelen. Om tot een afweging te komen of een maatregel doelmatig is wordt een richtbedrag per woning gehanteerd van EUR 47.000,00. Dit bedrag per woning wordt door Prorail en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu als richtbedrag in heel Nederland gehanteerd. Bij de afweging is gekeken naar de verschillende mogelijke mitigerende maatregelen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen maatregelen aan de bron (het spoor), de overdracht (de bodem) en de ontvanger (de woning). Hierbij is onder andere de door ProRail opgestelde maatregelencatalogus spoortrillingen geraadpleegd. Veel typen maatregelen blijken erg kostbaar terwijl het beperkte aantal woningen waar een overschrijding plaatsvindt leidt tot een beperkt beschikbaar budget. Er is in de maatregelenafweging geen enkele maatregel als doelmatig aangemerkt. De mogelijk toe te passen maatregelen zijn of niet effectief of de kosten zijn niet proportioneel. Er volgt uit de afweging dat het toepassen van een maatregel achterwege blijft. Er resteert zodoende een toename van 10 %.

Nadat het ontwerp tracébesluit ter inzage heeft gelegen is een snelheidsverhoging voorzien van de binnenkomende Sprinters te Rotterdam Centraal. Deze snelheidsverhoging is nader onderzocht ten behoeve van het tracébesluit en resulteert naar verwachting niet in een overschrijding van grenswaarden. Voor de V_{max} zijn de Sprinters niet maatgevend en liggen woningen buiten het invloedsgebied van 50 meter van gewijzigde wissels. Voor de gemiddelde trillingsniveaus (V_{per}) zal er rekenkundig sprake zijn van een verhoging, maar de bijdrage van de Sprinters op de V_{per} waarde is beperkt. Woningen of gebouwen met een kantoor of onderwijsbestemming komen pas binnen de maatgevende V_{per} -contour te liggen indien de trillingen ten gevolge van de snelheidsverhoging onrealistisch toenemen. Als gevolg van het project PHS Viersporigheid Rijswijk - Delft Zuid worden daarom geen overschrijdingen verwacht ter plaatse van het station Rotterdam Centraal.

Toets trillingen Spoortunnel Delft

Het onderzoek naar de spoortunnel wijkt af van het trillingsonderzoek traject Den Haag Centraal - Delft Noord en Delft Zuid - Rotterdam Centraal, omdat de referentiesituatie (de in gebruik zijnde oostelijke tunnelbuis) ten tijde van het onderzoek voor het ontwerp-tracébesluit en MER niet in kaart kon worden gebracht met trillingsmetingen. De oostelijke tunnelbuis was op dat moment namelijk nog niet in gebruik. Omdat de referentiesituatie de ingebruik zijnde oostelijke tunnelbuis behelst en de plansituatie de ingebruik zijnde viersporige tunnel plus het toegenomen treinverkeer als gevolg van PHS., zal onderhavig project vooral een wijziging van trillingsbelasting tot gevolg hebben voor woningen aan de westzijde van de spoortunnel (Spoorsingelzijde). De ingebruikname van de westelijke tunnelbuis resulteert immers in treinen die dicht langs deze woningen passeren. Voor de woningen aan de oostzijde (Phoenixstraat) is dit niet het geval. Voor de woningen aan de westzijde geldt echter juist dat met de komst van de spoortunnel er een verbetering van de trillingbelasting door treinverkeer is gerealiseerd ten opzichte van de situatie met spoorviaduct. Dit is reeds in kaart gebracht in het MER uit 2003 dat ten grondslag ligt aan de bouw en ingebruikname van de oostelijke tunnelbuis en waarin de situatie spoortunnel met spoorviaduct is vergeleken. In de toetsing van onderhavig project is de verbetering als gevolg van de spoortunnel ten opzichte van de situatie met spoorviaduct dus niet getoetst, terwijl voor bewoners aan de westzijde met het oog op leefklimaat van belang is dat met de plansituatie met viersporige tunnel in gebruik er een verbeterde situatie ten opzichte van de oorspronkelijke situatie met het spoorviaduct is gerealiseerd.

Omdat ten tijde van het uitvoeren van het trillingsonderzoek voor het ontwerp-tracébesluit de oostelijke tunnelbuis nog niet in gebruik was genomen, is de referentiesituatie in kaart gebracht met een rekenmodel voor de spoortunnel waarbij trillingsmetingen nabij station Rijswijk zijn gebruikt. Aanvullend zijn metingen aan de ruwbouw van de tunnel in Delft gebruikt om het rekenmodel te staven. In februari 2015, na de vaststelling van het ontwerp-tracébesluit, is de oostelijke tunnelbuis in gebruik genomen. De resultaten van het rekenmodel konden hierdoor nader worden gestaafd met trillings- en laagfrequentgeluidmetingen in woningen ten tijde dat er wel treinen door de oostelijke tunnelbuis reden. De metingen zijn uitgevoerd in september 2015. De resultaten van de metingen blijken voor de te verwachten trillingsniveaus in lijn met de eerdere prognoses. Voor de laagfrequentgeluidniveaus is op basis van de meetresultaten een verfijning van de berekeningsresultaten toegepast.

Al ten tijde van het ontwerp-tracébesluit is geconcludeerd dat het rekenmodel voor een specifieke woning tot een ander beeld kan leiden dan de werkelijke situatie, maar dat gemiddeld genomen

een goed beeld wordt verkregen. Eén van de oorzaken hiervan bleek de grote variatie in de bodemoverdracht. Dit volgde uit resultaten van valproefmetingen in de oostelijke tunnelbuis, waarbij de overdracht van trillingen van tunnelvloer door de bodem naar woningen is gemeten. De metingen lieten een variatie zien ten op zichte van de resultaten van het rekenmodel. Voor de meetlocaties bleek voor de ene woning de gemeten overdracht juist gunstiger dan berekend, terwijl voor de andere woning dit omgekeerd het geval was. Het gemiddelde beeld bleek wel goed overeen te komen. Dit heeft er toe geleid dat een statistische benadering is gehanteerd waardoor het aantal verwachte overschrijdingen als een percentage wordt gepresenteerd. Voor de woningen aan de Spoorsingel volgt hierdoor een uitspraak van percentage overschrijdingen waarbij niet de exacte woning kan worden aangemerkt.

De statistische benaderingswijze is het gevolg van de specifieke situatie in Delft met een rijke bouwhistorie, waarbij sprake is van een spoortunnel in slappe grond.(bovenste lagen). Daar waar voor situaties met een spoor op maaiveld en relatief homogene ondergrond een prognose op woningniveau gemaakt kan worden op basis van een aantal steekproefmetingen, blijkt dit voor de situatie in Delft met een rekenmodel niet goed mogelijk.

Uit de berekeningsresultaten volgt voor het gemiddelde trillingsniveau V_{per} dat de niveaus onder de grenswaarde van 0,1 blijken te liggen. De in september 2015 gemeten V_{per} niveaus bevestigen dit beeld. Voor V_{per} wordt er voldaan aan de Bts. Voor de toetsing van de maximale niveaus V_{max} volgt de verwachting dat voor circa 4 % van de woningen direct gelegen aan de westelijke zijde van de spoorzone (Spoorsingel) een overschrijding van de *streefwaarde* (0,2) optreedt bij ingebruikname van de westelijke tunnelbuis. Voor een groot deel van deze 4 % zal de overschrijding beperkt zijn (voor 99,4 % van alle woningen ligt V_{max} onder de 0,3). Het gaat dan om circa vier woningen. Omdat de toename als gevolg van de ingebruikname van de westelijke tunnelbuis voor woningen aan de westzijde naar verwachting meer dan 30 % bedraagt, is er voor deze circa vier woningen sprake van een overschrijding van de V_{max} en dienen volgens de Bts maatregelen te worden afgewogen. Vanwege de statistische benadering, is niet op voorhand vast te stellen om welke adressen het gaat.

Voor woningen aan de oostelijke zijde van de spoortunnel (Phoenixstraat) wordt een gunstig effect verwacht op de trillingsbelasting. Treinverkeer bij een viersporige tunnel wordt namelijk verdeeld over vier sporen in plaats van de huidige twee sporen in de oostelijke tunnelbuis. Op dit moment rijden 22 reizigerstreinen per uur (voor beide richtingen tezamen) door de oostelijke tunnelbuis. Na voltooiing van het project PHS Viersporigheid Rijswijk - Delft Zuid rijden er 14 reizigerstreinen per uur (tezamen in noordelijke richting) door de oostelijke tunnelbuis en 14 reizigerstreinen per uur (tezamen in zuidelijke richting) door de westelijke tunnelbuis. Er gaan dus in het projectalternatief in totaal minder treinen door de oostelijke tunnelbuis (dicht op de belendingen aan de oostelijke zijde) rijden dan in de huidige situatie. Voor de woningen aan de oostzijde blijkt uit de trillingsmetingen van september 2015 dat gemeten achtergrondniveaus (dus trillingen vanuit andere bronnen) hoger liggen of gelijk zijn aan de trillingsniveaus als gevolg van treinpassages. Treinpassages zijn daar niet maatgevend.

Voor de circa vier woningen aan de westzijde waarvoor mogelijk een overschrijding van de Bts voor V_{max} wordt verwacht, is een afweging van maatregelen gemaakt. Hierbij zijn alle mogelijk toe te passen maatregelen onderzocht aan de bron, de overdracht en de ontvanger en is onder andere de door ProRail opgestelde maatregelcatalogus spoortrillingen geraadpleegd. In de tunnel wordt echter al een bronmaatregel toegepast in de vorm van een trillingsreducerende ballastmat. Hieruit volgt dat eventuele aanvullende maatregelen voor het reduceren van trillingen bij

woningen aan de Spoorsingelzijde genomen moeten worden in de overdracht tussen tunnel en woning of bij de woningen zelf. Maatregelen in de overdracht kunnen een diepwand tussen woningen en tunnel of het aanbrengen van een trillingsabsorberende laag tegen de woningfundering zijn. Het is niet realistisch dit type maatregelen te realiseren binnen het gestelde budget. Dergelijke maatregelen zijn niet doelmatig. Ook geldt dat de beoogde parkeergarage tussen het spoor en de woningen aan de Spoorsingel (welke niet is meegenomen in de prognose) voor een groot deel van de westelijke panden een gunstige werking heeft op het trillingsniveau als gevolg van treinpassage. De parkeergarage blokkeert naar verwachting de trillingen die zich door de ondergrond van tunnel naar woningen voortplanten. Het percentage van 4% overschrijdingen van de streefwaarde is daarom aan de hoge kant. Enkel een maatregel bij de woning zelf, in de vorm van het verstijven van een vloer blijft over als een toe te passen maatregel. Hiervan geldt dat de kosten afhankelijk zijn van hoe ingrijpend de constructieaanpassing is. Zou het verstijven van een lokale vloer middels enkel het plaatsen van extra draagbalken kunnen worden gerealiseerd, dan zou dit binnen het beschikbare budget kunnen. Dient hiervoor echter de hoofddragconstructie van de woning te worden aangepast, dan wordt verwacht dat dit niet binnen het beschikbare budget kan. Voor de woningen aan de Spoorsingel is dit tweede naar verwachting mogelijk het geval. De maatregel kan niet preventief genomen worden omdat de exacte adressen op basis van de prognose niet bekend zijn. De maatregel wordt als niet doelmatig beschouwd.

Of er daadwerkelijk nog sprake is van enkele overschrijdingen van de streefwaarde dient met een opleveringstoets te worden bepaald. Mocht er onverhoopt toch in enkele woningen overschrijdingen worden gevonden, dan kan een maatregel aan de woning in de vorm van het verstijven van een vloer heroverwogen worden. Door het ondergronds brengen van het treinverkeer in Delft, is de trillingsbelasting voor omwonenden, met name voor woningen aan de Spoorsingelzijde, al verminderd ten opzichte van de situatie (voorheen) met spoorviaduct. Treinpassages over het voormalige spoorviaduct resulteerden in niveaus die tot overschrijdingen van de *grenswaarde* (0,4) van de Bts leidden. Door de ingebruikneming van de oostelijke tunnel (in het project Spoorzone Delft) en vervolgens de westelijke tunnel (in het project PHS Viersporigheid Rijswijk - Delft Zuid) nemen deze niveaus af. In de eindsituatie met vier sporen in gebruik resteren mogelijk enkele overschrijdingen van de *streefwaarde* (0,2).

Toets laagfrequentgeluid Spoortunnel Delft

Voor de bepaling van laagfrequentgeluidniveaus is mede gebruik gemaakt van het trillingsmodel. De berekende trillingsniveaus op maaiveld en in de bodem zijn bepaald met het trillingsmodel. Vervolgens zijn deze niveaus omgerekend naar verwachte afgestraalde laagfrequentgeluidniveaus in de woningen. Dit is gebeurd door met een overdrachtsfactor de trillingsniveaus van fundering naar vloer te berekenen en vervolgens te vertalen naar een mate van afgestraald geluid als gevolg van het trillen van de vloer, alsook de wanden en het plafond. Op basis van de resultaten van de berekeningen en de aanvullende metingen voor de laagfrequentgeluidniveaus volgt een vergelijkbaar beeld als voor trillingen. Voor woningen aan de westelijke zijde (Spoorsingel) wordt een beperkt aantal woningen gevonden waarvoor mogelijk een overschrijding wordt verwacht. Procentueel gezien bedraagt dit 6 %. Bij de toetsing van laagfrequentgeluid moet afhankelijk van de frequentie waarmee het geluid optreedt worden getoetst. De frequentieafhankelijkheid wordt daarbij per tertsband gegeven. De maatgevende tertsband waarin de overschrijdingen zijn gevonden betreft de 63 Hz-octaaftband.

Het percentage overschrijdingen ligt iets hoger dan uit de trillingstoets volgt. Er is in de prognose van laagfrequentgeluid met een bovengrensbepaling gerekend waarbij voor elke woning een toename ten opzichte van maaiveld van een factor 3 is gerekend (gebouwoverdracht). In de trillingsberekeningen is per gebouw een overdrachtsfactor berekend welke gemiddeld een stuk lager ligt. De gehanteerde gebouwoverdrachtsfactor resulteert voor de laagfrequentgeluidprognose in een overschatting ten opzichte van de trillingsprognose.

De situatie aan de oostzijde (Phoenixstraat) zal bij viersporigheid overdag niet wijzigen ten opzichte van de huidige situatie met twee sporen in gebruik. De huidige situatie is in kaart gebracht met de metingen uit september 2015 waaruit bleek dat er in de panden aan de oostzijde van de tunnel naast laagfrequentgeluid als gevolg van treinverkeer in de tunnel ook een veelheid aan andere bronnen is gemeten. De gemeten achtergrondniveaus liggen hoger of zijn gelijk aan de laagfrequentgeluidniveaus als gevolg van treinpassages: andere bronnen blijken maatgevender dan treinpassages. Op één locatie is een overschrijding in de nacht gemeten welke mogelijk het gevolg was van treinverkeer. Door de veelheid aan andere bronnen is dit echter met beperkte zekerheid te zeggen. Er is in vier woningen aan de Phoenixstraatzijde over een periode van 24 uur laagfrequentgeluid gemeten. Door de veelheid aan andere bronnen kent het verkregen beeld van optredende laagfrequentgeluidniveaus als gevolg van enkel treinverkeer een beperkte betrouwbaarheid.

Ook voor de plansituatie geldt dat het laagfrequentgeluid van de spoortunnel zal worden overstemd door veel andere geluidbronnen (o.a. wegverkeer en tramverkeer). In de nachtperiode zullen minder treinpassages merkbaar zijn in woningen dan in de huidige (referentie)situatie doordat in de viersporige situatie een deel van het treinverkeer door de westelijke tunnelbuis zal rijden. Voor de Phoenixstraat is deze tunnelbuis niet maatgevend waardoor het aantal merkbare treinpassages afneemt. Het project zal voor de oostelijke zijde van de spoortunnel (Phoenixstraat) een gunstig effect hebben.

Voor de laagfrequentgeluidniveaus aan de westelijke zijde van de spoortunnel volgt een vergelijkbare afweging als voor de trillingsniveaus. De prognose overschat de niveaus aan de westzijde als gevolg van de gehanteerde overdrachtsfactor en het niet meewegen van de invloed van de parkeergarage, waardoor in werkelijkheid er sprake zal zijn van minder dan wel geen overschrijdingen. De trillingsreducerende ballastmatten die reeds worden toegepast in de spoortunnel zijn ook effectief in het verminderen van laagfrequentgeluid en zijn ook voor laagfrequentgeluid een reducerende maatregel voor woningen aan de Spoorsingel. Of de gunstige werking van de parkeergarage en de bovengrensbepaling van de prognose er toe leiden dat er in het geheel geen overschrijdingen plaatsvinden van de grenswaarden van methode de Ruiters aan de westzijde van de spoortunnel kan met een opleveringstoets te worden bepaald. Mochten er onverhoopt toch in enkele woningen overschrijdingen van laagfrequentgeluidniveaus worden gevonden, dan kan een maatregel aan de woning in de vorm van bijvoorbeeld een voorzetwand heroverwogen worden.

Conclusies

De conclusies die uit het onderzoek voortkomen wanneer naar de toetsing van optredende trillingsniveaus wordt gekeken, luiden als volgt:

1. op geen enkele locatie in het gehele studiegebied wordt een overschrijding van de uiterste grenswaarde (3,2) voor V_{max} gevonden;

2. uit de V_{per} toets voor het gehele studiegebied volgen op twee locaties één of enkele overschrijdingen: in Rijswijk (1) en in Kethel (8). De toename bedraagt 10 %,. Uit de afweging van maatregelen volgt dat er geen doelmatige maatregel wordt gevonden: de maatregel is niet effectief of de maatregel is effectief maar de kosten van de maatregel zijn niet proportioneel. Voor de spoortunnel in Delft worden geen V_{per} overschrijdingen gevonden wat door de metingen in september 2015 is bevestigd;
3. voor V_{max} worden in het gehele studiegebied geen overschrijdingen gevonden op de spoortunnel na;
4. voor V_{max} in woningen aan de oostzijde van de spoortunnel wordt geen toename door de ingebruikname van de westelijke tunnel gevonden waardoor aan de Bts wordt voldaan (is niet maatgevend voor oostzijde). Bovendien gaan er minder treinen in oostelijke tunnelbuis rijden wat een gunstig effect heeft voor woningen aan de oostzijde;
5. voor V_{max} in woningen aan de westzijde van de spoortunnel (Spoorsingel) volgt dat bij circa 4% een overschrijding van de streefwaarde wordt verwacht waarbij een mogelijke toename van meer dan 30 % ten opzichte van de referentiesituatie met de oostelijke tunnel in gebruik wordt gevonden. Voor deze circa 4 % woningen wordt niet aan de Bts voldaan. Maatregelen bovenop de trillingsreducerende ballastmat zijn afgewogen en blijken niet doelmatig;
6. de berekende trillingsniveaus zijn voor de westzijde aan de hoge kant. Dit komt doordat in de berekeningen geen rekening met de positieve werking van de parkeergarage tussen het spoor en woningen aan de Spoorsingel in Delft is gehouden;
7. de niveaus aan de westzijde in de plansituatie nemen af ten opzichte van de oorspronkelijke situatie met viaduct, maar nemen toe ten opzichte van de referentiesituatie met de oostelijke tunnelbuis in gebruik. De referentiesituatie geldt als toetsingskader, waardoor de toename tot enkele mogelijke overschrijdingen leidt. Ook voor de enkele mogelijke overschrijdingslocaties geldt dat ten op zichte van de oorspronkelijke situatie er een verbetering van de trillingsbelasting wordt gerealiseerd.

Uit de toetsing van laagfrequentgeluid voor de spoortunnel volgen de onderstaande conclusies:

1. voor woningen aan de westzijde (Spoorsingel) volgt uit de berekeningen dat voor 6 % een overschrijding van de grenswaarde wordt gevonden. De berekening is echter een bovengrensbepaling door de gehanteerde overdrachtsfactor van 3 (maaiveld-verdiepingsvloer) die in de praktijk meestal lager ligt;
2. ook in de laagfrequentgeluidberekeningen is de gunstige werking van de parkeergarage voor woningen aan de Spoorsingel niet meegenomen, waardoor in werkelijkheid er sprake is van minder en mogelijk geen overschrijdingen;
3. uit de metingen van september 2015 blijkt dat in woningen aan de oostzijde van de spoortunnel tunnel er op één locatie een overschrijding in de nacht is gemeten welke waarschijnlijk het gevolg was van treinverkeer door de tunnel. Door de veelheid aan andere bronnen is dit echter met beperkte zekerheid te zeggen;
4. de veelheid van andere bronnen (wegverkeer, tramverkeer, bewoners etc.) resulteert in achtergrondniveaus die hoger liggen dan de niveaus als gevolg van treinverkeer;
5. als gevolg van het project wordt de situatie voor woningen aan de oostzijde gunstiger doordat het aantal treinen wordt verdeeld over vier in plaats van twee sporen en treinpassages daardoor deels verder van de woningen af plaatsvinden dan nu het geval is;
6. er volgt uit de afweging van maatregelen dat naast de trillingsreducerende en ook laagfrequentgeluidreducerende ballastmat die reeds wordt toegepast in de spoortunnel geen maatregel wordt voorzien.

Referenties

- [ref. 1] Trillingsmetingen oostelijke tunnelbuis Delft september 2015, RailinfraSolutions BNTHMCRWL, 8 december - 2015, referentienummer: RS-UT20150103
- [ref. 2] Programma Hoogfrequent spoorvervoer 4-sporigheid Rijswijk
- Delft Zuid, deelonderzoek trillingen en laagfrequent geluid, definitief 6.0.
Railinfra Solutions Benthem en Crouwel, 10 november 2014. referentie:
RIS432-12/14-021.054
- [ref. 3.] Gewijzigde Beleidsregel trillinghinder spoor, Staatscourant 16 maart 2014.
- [ref. 4.] Level Acoustics (2014) Reparatie Bts, referentie LA.131001a.M04