

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

Aan: Lars Vervoort
Van: Hugo Woesthuis
Datum: Wednesday, 26 February 2020
Kopie:
Ons kenmerk: BE2630TPNT2002211101
Classificatie: definitief

Onderwerp: MER Heerlen-Landgraaf; aanvulling 2

1 Inleiding

Het project Spoor Verdubbeling Heerlen Landgraaf (SVHL) betreft een spoorverdubbeling tussen Heerlen en Landgraaf en een intensiever gebruik voor reizigerstreinen van het beschikbare spoor tussen Landgraaf en de Duitse grens. Dit betekent dat voor de realisatie van SVHL aanpassingen zullen worden uitgevoerd aan de perrons en de wissels bij Heerlen en Landgraaf en dat een verdubbeling van een deel van het spoor plaatsvindt tussen Heerlen en Landgraaf. Voor het deel tussen en Landgraaf en de grens zijn geen aanpassingen voorzien. Het voornemen wordt mogelijk gemaakt middels een (Provinciaal Inpassingsplan) PIP waaraan ook een milieueffectrapport (MER) gekoppeld is.

Het MER is door de Commissie voor de m.e.r. getoetst om te beoordelen of alle relevante milieu-informatie aanwezig is voor de besluitvorming over het PIP. De Commissie heeft op 17 juni 2019 een voorlopig toetsingsadvies over het MER uitgebracht waarin een aantal tekortkomingen worden gesignaleerd. Daarvoor is een aanvulling op het MER gemaakt die ook door de Commissie is beoordeeld. In haar tweede voorlopige toetsingsadvies van 28 november 2019 signaleert de Commissie opnieuw een aantal tekortkomingen. De Commissie adviseert voorts om die ontbrekende informatie aan te vullen; voor de aspecten geluid en trillingen dient de effectiviteit van bovenwettelijke maatregelen onderzocht te worden om het bevoegd gezag in staat te stellen de maatregelen voor het voornemen in overweging te kunnen nemen. Onderhavige notitie geeft invulling aan deze aanbeveling van de Commissie.

Deze notitie geeft de resultaten van de aanvullend uitgevoerde onderzoeken. De resultaten zullen worden toegevoegd aan het MER-rapport.

2 Achtergrond aanvulling van het MER

De Commissie heeft in haar voorlopige toetsingsadvies van 28 november geconstateerd dat voor de aspecten geluid en trillingen in het MER en een eerste aanvulling daarop de nadruk wordt gelegd op (wettelijke) eisen en doelmatigheid. Onderbelicht blijven kansen die de

spoorverdubbeling biedt om de negatieve gevolgen voor de kwaliteit van de leefomgeving te beperken.

“Diverse maatregelen zijn niet op hun effectiviteit onderzocht of zijn als ondoelmatig gekwalificeerd. Daardoor vallen mogelijk kansrijke maatregelen bij voorbaat af, zonder dat hierover een bestuurlijke afweging door Provinciale Staten heeft plaatsgevonden. Bovendien is in het MER en de aanvulling de trillinghinder voor omwonenden mogelijk onderschat.”

Ten aanzien van het aspect geluid adviseert de Commissie om: *“in een aanvulling op het MER een overzicht te geven van maatregelen waarmee de geluidbelasting voor de omgeving kan worden beperkt, en daarin ook de plaatsing van geluidsschermen op te nemen. Geef aan tot welke reductie van de geluidbelasting dit leidt en tot welke ‘neveneffecten’, zodat deze factoren kunnen meewegen bij het te nemen besluit.”*

Ten aanzien van het aspect trillingen adviseert de Commissie om in aanvulling op het MER:

- *“de aannames voor geometrische uitbreidingsdemping en/of bodemdemping te onderbouwen dan wel aan te passen, bijvoorbeeld op basis van metingen;*
- *de effectbeoordeling op basis hiervan zo nodig aan te passen;*
- *een overzicht te geven van maatregelen waarmee trillinghinder voor (maatgevende) woningen kan worden beperkt. Geef aan tot welke reductie van trillinghinder dit leidt, zodat dit kan meewegen bij het te nemen besluit.”*

3 Effectbeoordeling

In de volgende paragrafen wordt het advies van de Commissie voor de m.e.r. uitgewerkt. Daarbij wordt aangesloten bij de beoordelingsmethode zoals die ook in het MER is gehanteerd.

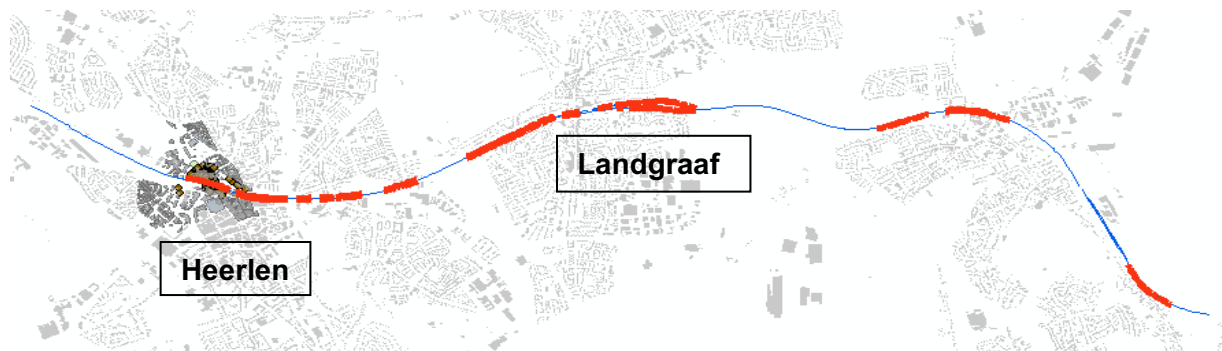
3.1 Maatregelen tegen geluidshinder

3.1.1 Maatregelen

In het MER is onderzocht wat de effecten zijn van het project SVHL op de geluidssituatie rond het project. Ook is onderzocht wat het effect is van doelmatige maatregelen om de geluidshinder terug te dringen. Deze maatregelen bestaan uit het toepassen van raildempers over het deel van het spoor waar daarvoor een noodzaak bestaat.

Het uitgevoerde onderzoek is aangevuld met een analyse van extra mitigerende geluidsmaatregelen. Daarvoor is onderzocht in hoeverre het totaal aantal ernstig gehinderden vermindert als ter plaatse van de eerste lijn bebouwing met een geluidsbelasting van meer dan

55dB Lden extra geluidreducerende maatregelen genomen worden.¹ In de volgende figuur is globaal aangegeven waar langs de spoorbaan deze situatie bestaat.



Figuur 3-1 baanvakken waar extra maatregelen voor beschouwd worden (rood)

De beschouwde aanvullende maatregeloptyes zijn raildempers en schermen (van variërende hoogte +BS2) langs de hierboven getoonde baanvakken. In onderstaande tabel staat concreet weergegeven welke maatregelpakketten zijn onderzocht.

Tabel 3-1 Onderzochte situaties/ maatregelpakketten en bijhorende geluidshinder

Scenario	Totale lengte maatregelen	Aantal geluidbelaste woningen >42 dB	Aantal ernstig gehinderden > 42 dB
In het MER onderzocht			
Volledig benut geluidproductieplafond	-	4580	124
Huidige situatie	-	2282	39
MER referentie situatie	-	2944	71
Voorkeursvariant ex. maatregelen	-	3388	92
Voorkeursvariant incl. doelmatige raildempers	2.300 m	3353	86
Aanvullend onderzocht			
Scenario 1: Voorkeursvariant met raildempers in bebouwd gebied, bij 1 ^o lijns bebouwing >55 dB. (Raildempers meter enkel spoor)	6.800 m	3091	80
Scenario 2: Voorkeursvariant met geluidsschermen 1m +BS in bebouwd gebied, bij 1 ^o lijns bebouwing >55 dB	8000 m	2908	67

¹ In afstemming met de Commissie voor de m.e.r. is alleen gekeken naar het aantal ernstig gehinderden en niet naar slaapverstoring, cumulatie en het geluidbelast oppervlak, omdat het aantal ernstig gehinderden in grote mate correleert met de andere criteria.

² +BS betekent bovenkant spoor; het betreft dus de hoogte van de geluidsschermen ten opzichte van de bovenkant van het spoor.

Idem, geluidsscherm 2m+BS	8000 m	2795	56
Idem, geluidsscherm 3m+BS	8000 m	2630	49
Idem, geluidsscherm 4m+BS	8000 m	2436	45

Opmerking: de hoeveelheden raildempers en geluidsscherm zijn verschillend omdat raildempers per enkel spoor worden opgegeven en geluidsschermen per m' en omdat sommige delen van de baan op enkel spoor of meerdere sporen betrekking hebben.

3.1.2 Effectbeoordeling

Geluid

In bovenstaande tabel is aangegeven wat het aantal geluid belaste woningen is en het aantal ernstig gehinderden bij de verschillende maatregelpakketten. Zichtbaar is dat het aantal geluid belaste woningen en ernstig gehinderden afneemt naarmate de maatregelen forser worden.

Beoordeeld is in welke mate (percentage) het aantal ernstig gehinderden toe- of afneemt ten opzichte van de referentiesituatie. Daarmee scoren de maatregelpakketten conform de in het MER gehanteerde beoordelingsmethode als volgt:

Tabel 3-2 Effectbeoordeling geluid

Maatregelpakket	Aantal ernstig gehinderden	Toe-/ afname t.o.v. referentie	Effectscore
MER referentie situatie	71	-	0
MER Voorkeursvariant (incl. doelmatige raildempers)	86	+21%	++
Scenario 1: MER met extra raildempers in bebouwd gebied, bij 1 ^e lijns bebouwing >55 dB. (Raildempers meter enkel spoor)	80	+13%	-
Scenario 2: MER met geluidsschermen 1m +BS in bebouwd gebied, bij 1 ^e lijns bebouwing >55 dB	67	-6%	+
Idem, geluidsscherm 2m+BS	56	-21%	++
Idem, geluidsscherm 3m+BS	49	-31%	++
Idem, geluidsscherm 4m+BS	45	-37%	++

Gezondheid(effectscreening)

In deze paragraaf is kwalitatief beschouwd in hoeverre de extra geluid reducerende maatregelen effect hebben op de volksgezondheid van omwonenden van het spoor.

Met de extra raildempers wordt de geluidsbelasting van het voornemen beperkt, maar is altijd nog sprake van een toename. Het aantal ernstig gehinderden vanwege spoorwegverkeer stijgt met 13% (stijging met 9 personen van 71 tot 80).

Uit het deelrapport gezondheid bij het MER blijkt voorts dat het grootste deel van de geluidshinder in het gebied wordt veroorzaakt door andere bronnen dan spoorwegverkeer. De

stijging van het aantal ernstig gehinderden ten opzichte van het totaal aantal gehinderden als gevolg van alle geluidsbronnen (gecumuleerd) bedraagt 1% (stijging van 960 personen tot 969). Daarmee is het negatieve effect van de toename het spoorweglawaai op de gezondheid in het gehele gebied zeer beperkt te noemen. Zeker als hierbij ook andere milieugezondheidsfactoren in beschouwing genomen worden (luchtkwaliteit, externe veiligheidsrisico's etc.) en niet milieu gerelateerde gezondheidsfactoren (zie ook paragraaf 3.4 van het deelrapport gezondheid).

De geluidsschermen zorgen voor een vermindering van de geluidshinder ten opzichte van de referentiesituatie. In het beste geval (schermen van 4 meter hoog) leidt dit tot 37% minder ernstig gehinderden vanwege spoorweglawaai (daling van 70 personen naar 45). Ten opzichte van het totaal aantal ernstig gehinderden van alle geluidsbronnen tezamen is dezelfde afname 3% (daling van 960 naar 934). Daarmee is de vermindering van het effect van het spoorweglawaai op de volksgezondheid in het gebied beperkt te noemen.

De contouren van de GES scores zijn niet bepaald voor de effectbeoordeling van de aanvullende maatregelen. Aangenomen wordt dat het toepassen van extra raildempers er toe leidt dat lokaal de contouren van de GES klassen in mindere mate breder worden dan het geval is bij toepassing van alleen de wettelijk voorgeschreven raildempers. Met andere woorden; de milieugezondheidskwaliteit vanwege geluid wordt lokaal in nog mindere mate slechter. Voor het toepassen van de geluidsschermen mag worden aangenomen dat de milieugezondheidskwaliteit vanwege geluid lokaal in meer of mindere mate verbetert en mogelijk een betere GES klasse krijgt. Dat laatste is niet met zekerheid vast te stellen vanwege het expert judgement karakter van deze beoordeling.

Uit bijlage II van het deelrapport geluid bij het MER blijkt bovendien dat het overgrote deel van de (ernstig) gehinderden zich bevindt in de lagere geluidsbelastingklassen (tot 60 dB) waar een goede GES score voor geldt. De maatregelen hebben dus het grootste effect voor een gebied waar een goede GES score ligt.

Over het geheel gezien wordt het effect van de maatregelen op de gezondheid als volgt ingeschat.

Tabel 3-3 Effectbeoordeling maatregelen geluid

Maatregelpakket	Effectscore	Toelichting
MER referentie situatie	0	Per definitie geen effect
MER Voorkeursvariant (incl. doelmatige raildempers)	0/-	Lichte trend naar een slechtere gezondheidsklasse en naar hogere klassen, maar overall geen verslechtering. Er treden ook verbeteringen op
Scenario 1: MER met raildempers in bebouwd gebied, bij 1 ^e lijns bebouwing >55 dB. (Raildempers meter enkel spoor)	0	Geen of nauwelijks verschuiving van het aantal blootgestelden naar een betere of slechtere gezondheidsklasse.
Scenario 2: MER met geluidsschermen 1m +BS in bebouwd gebied,	0	

bij 1 ^e lijns bebouwing >55 dB		
Idem, geluidsscherm 2m+BS	+/-0	Lichte trend naar een betere gezondheidsklasse, maar geen overall verbetering van de blootstelling van blootgestelden.
Idem, geluidsscherm 3m+BS	+/-0	
Idem, geluidsscherm 4m+BS	+	Trend naar een betere gezondheidsklasse, maar geen overall verbetering van de blootstelling van blootgestelden.

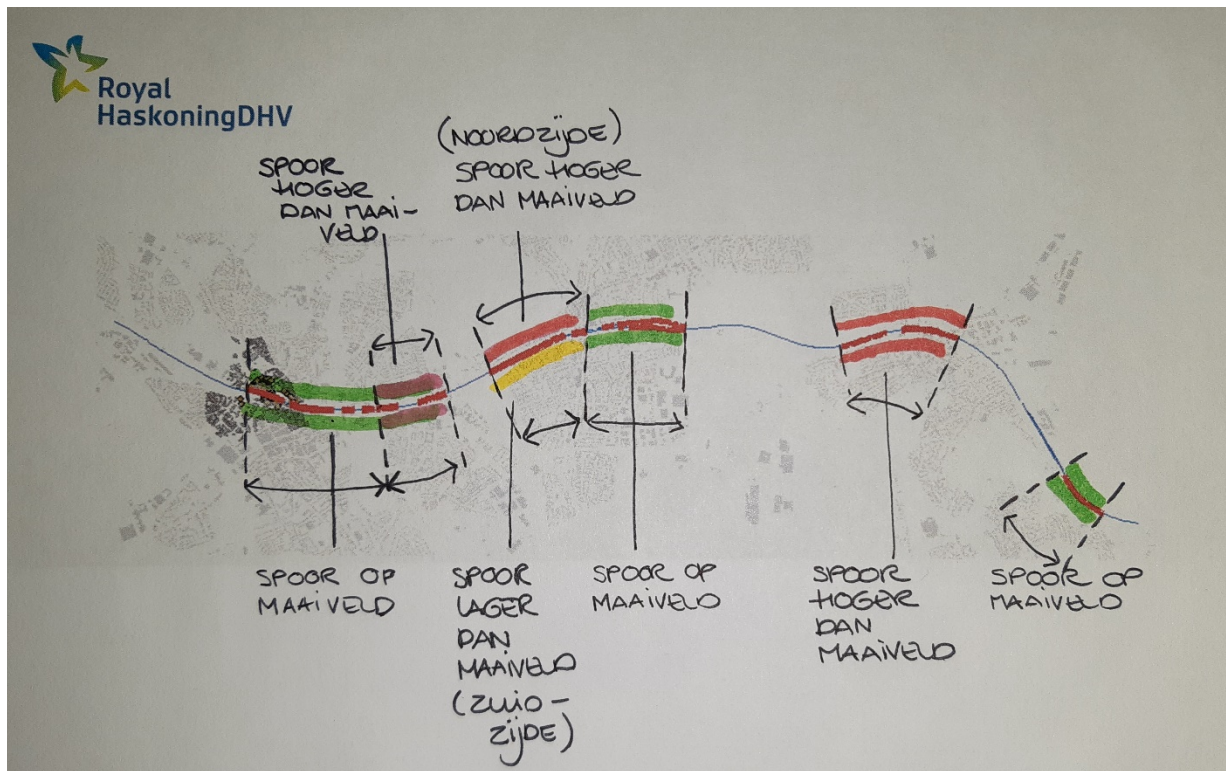
Ruimtelijke samenhang, landschappelijke en cultuurhistorische waarde

Van de genoemde geluidsreducerende maatregelen hebben alleen de schermen impact op de ruimtelijke samenhang, landschappelijke en cultuurhistorische waarde. De raildempers zijn kleine blokken die op de rails bevestigd worden, hebben daarmee geen impact en zijn daarom niet beoordeeld.

De baan Heerlen Landgraaf is afwisselend verdiept of verhoogd aangelegd ten opzichte van het maaiveld. Ter plaatse van een verdiepte ligging, is de impact van geluidsschermen op de omgeving zeer beperkt. Dit is het geval parallel aan de Leenstraat in Landgraaf. Echter, op locaties waar de baan boven de omgeving/maai veld uitkomt, zal het plaatsen van geluidsschermen afhankelijk van de hoogte van het scherm een (ernstige) verstoring van het aanzicht van de baan kunnen veroorzaken omdat de baan op hoogte nog beter zichtbaar is vanuit de omgeving.

Op de volgende drie locaties (van west naar oost) ligt de baan verhoogd ten opzichte van maaiveld: 1) vanaf station de Kissel tot aan de overgang bij de Euregioweg in Heerlen, 2) aan de noordzijde van het spoor parallel aan de Rector Meussenstraat en Quaadvlieglaan in Landgraaf en 3) parallel aan de Torenstraat in Eygelshoven. Zie ook onderstaande figuur. Op locaties 2 en 3 is op dit moment op een groot deel hoge, dichte beplanting aanwezig in de vorm van bomen en struiken waardoor een eventueel aanwezig scherm minder zal opvallen, maar desalniettemin wel (afhankelijk van de hoogte) zichtbaar zal zijn.

Als laatste moet worden genoemd dat de verstoring van het aanzicht groter is naarmate het scherm hoger wordt.



Figuur 3-2 schets met daarin de baanvakken waar extra geluidsmaatregelen voor beschouwd worden (rood) en ligging van het spoor ten opzichte van maaiveld

Uit figuur 3-2 blijkt dat er ongeveer even lange verhoogde baanvakken zijn waar schermen overwogen kunnen worden, als baanvakken op maaiveldniveau. Gemiddeld is dus sprake van een licht verhoogde ligging ter plaatse waar schermen overwogen kunnen worden. Uitgaande van een scherm op een licht verhoogd (0-1,5 meter boven maaiveld) niveau is de beoordeling als volgt: bij een hoogte van 1 meter kan men, omdat de baan gemiddeld licht verhoogd ligt, niet over het scherm heen kijken en kan het scherm een zichtbarrière vormen waardoor de ruimtelijke beleving wordt aangetast. Bij een hoogte van 2, 3 of 4 meter is het scherm zo hoog dat het zicht op en de beleving van het gebied naast de spoorzone (zeer) negatief beïnvloed wordt; de ruimtelijke beleving van straat-/ wegprofielen en groenstroken zal worden aangetast.³

Door het toevoegen van schermen ontstaat er negatieve impact op de beleving en openheid van het gebied. Dit onderdeel is beoordeeld binnen het criterium 'ruimtelijke samenhang'. Bij het criterium landschappelijke waarden is gekeken naar de impact die eventuele schermen hebben op groenstructuren, landschappelijke- en stedelijke structuren en de ruimtelijke kwaliteit van de plek.

Lokaal kan bij toepassing van hogere schermen het beschermde stadsgezicht worden aangetast (Leenstraat Landgraaf). Het groene aanzicht – wat karakteristiek is voor de 'mijnwerkerskolonie Leenhof-Schaesberg' – zal dusdanig worden verstoord dat een scherm

³ Waar het spoor verdiept ligt is de analyse van toepassing op het scherm wat boven maaiveld uitsteekt.

hoger dan 1 meter of meer boven maaiveld afbreuk doet aan de cultuurhistorische waarde van de locatie. De impact op cultuurhistorie is beoordeeld in het criterium 'cultuurhistorische waarden'.

Tabel 3-3 Beoordeling maatregelen geluid ruimtelijke samenhang, landschappelijke en cultuurhistorische waarde

Maatregel pakket	Effectscore ruimtelijke samenhang	Toelichting beoordeling ruimtelijke samenhang	Effectscore Landschap. waarde	Toelichting beoordeling landschap	Effectscore Cult. historische waarde	Toelichting beoordeling cultuurhistorie
MER referentie situatie	0	Per definitie geen effect	0	Per definitie geen effect	0	Per definitie geen effect
Voorkeursvariant	0	Neutraal effect op ruimtelijke samenhang	0	Neutraal effect op landschappelijke, stedelijke en ruimtelijke kwaliteit van de plek	0	De ingreep heeft een groot negatief effect op de cultuurhistorische kwaliteit van de plek
Scenario 1: MER met raildempers in bebouwd gebied, bij 1 ^e lijns bebouwing >55 dB. (Raildempers meter enkel spoor)	0	Geen effecten omdat raildempers niet zichtbaar zijn	0	Geen effecten omdat raildempers niet zichtbaar zijn.	0	De ingreep heeft een groot negatief effect op de cultuurhistorische kwaliteit van de plek
Scenario 2: MER met geluidsschermen 1m +BS in bebouwd gebied, bij 1 ^e lijns bebouwing >55 dB	0/-	De ingreep heeft een (potentieel) negatief effect op de ruimtelijke samenhang en openheid van de plek	0/-	De ingreep heeft een (potentieel) negatief effect op de landschappelijke, stedelijke en ruimtelijke kwaliteit van de plek.	0	De ingreep heeft een groot negatief effect op de cultuurhistorische kwaliteit van de plek
Idem, geluidsscherm 2m+BS	-	De ingreep heeft een negatief effect voor de ruimtelijke samenhang en openheid van de omgeving.	-	De ingreep heeft een negatief effect op de landschappelijke, stedelijke en ruimtelijke kwaliteit van de plek en de omgeving	0/-	De ingreep heeft een groot negatief effect op de cultuurhistorische kwaliteit van de plek
Idem, geluidsscherm 3m+BS	--	De ingreep heeft een groot negatief effect voor de ruimtelijke samenhang en	--	De ingreep heeft een groot negatief effect op de landschappelijke, stedelijke en ruimtelijke kwaliteit	-	De ingreep heeft een groot negatief effect op de cultuurhistorische kwaliteit van de plek.

		openheid van de omgeving.		van de plek en de omgeving		
Idem, geluidsscherm 4m+BS	--	De ingreep heeft een groot negatief effect voor de ruimtelijke samenhang en openheid van de omgeving.	--	De ingreep heeft een groot negatief effect op de plek landschappelijke, stedelijke en ruimtelijke kwaliteit van de plek en de omgeving	--	De ingreep heeft een groot negatief effect op de cultuurhistorische kwaliteit van de plek.

Ecologie

Van de genoemde geluid reducerende maatregelen hebben alleen de schermen mogelijk impact op de voor het beoordelingscriterium ecologie relevante onderdelen Gebiedsbescherming (Natura 2000 en Natuurnetwerk Nederland), Soortenbescherming, Houtopstanden. Het plaatsen van raildempers tijdens de werkzaamheden past op voorhand geheel binnen de beoordeling zoals die voor het MER al is opgesteld, waarmee deze hier dan ook niet worden beoordeeld.

Natura 2000: In het MER is vast komen te staan dat “Verzuring en Vermesting door depositie van stikstof uit de lucht” de enige storingsfactor uit de effectenindicator is, waarvan op voorhand niet vast staat dat negatieve effecten op geformuleerde instandhoudingsdoelstellingen kunnen worden uitgesloten. Het realiseren van de geluidsschermen betekent onvermijdelijk een toename van het in te zetten materieel, met daarmee onlosmakelijk verbonden emissie en depositie van stikstofverbindingen. Deze toename is tijdelijk, namelijk alleen tijdens de realisatiefase. In een Passende Beoordeling behorend bij het MER is voor de situatie zonder geluidsschermen vastgesteld dat inderdaad sprake is van een depositietoename, maar dat deze geen negatieve effecten op voor stikstofdepositie gevoelige natuurwaarden betekent. Voor de situatie mét geluidsschermen is geen afzonderlijke berekening gemaakt, maar aannemelijk is dat de depositie tijdens de aanlegfase niet of beperkt toeneemt. Deze verwachting stoelt op de verschillende berekeningen die mettertijd gemaakt zijn voor het voornemen, zoals terug te vinden in de Passende Beoordeling. De daar onderbouwde conclusie is dat “*de maximale depositietoename dermate beperkt is dat op basis van objectieve gegevens vast staat dat deze niet leidt tot meetbare of waarneembare effecten omdat deze op habitatype niveau irrelevant is*”. De verwachting is, dat de conclusie van de Passende Beoordeling gelijk blijft, zeker vanwege de tijdelijkheid die onverkort blijft gelden. Kijkend naar de beoordelingscriteria die voor het MER gebruikt zijn, is sprake van geen verstoring effect, waarbij de score neutraal (0) hoort. (Tabel 3-4).

Natuurnetwerk Nederland: In het MER is vast komen te staan dat de ontwikkeling past binnen het beleid zoals dat in Limburg geldt voor Natuurnetwerk Nederland. Dit omdat in de relevante ruimtelijke plannen ruimte is gereserveerd voor de spoorverdubbeling. Omdat de geluidsschermen binnen deze zelfde zone (moeten) worden gerealiseerd, moet de conclusie gelijk zijn, namelijk “Geen negatief effect op wezenlijke kenmerken en waarden”, ofwel neutraal (0) (Tabel 3-4).

Soortenbescherming: Uit de (veld)werkzaamheden die voor het voornemen zoals gevat in het MER zijn uitgevoerd, volgt dat de Hazelworm (*Anguis fragilis*) essentieel leefgebied heeft in de bermen en onderhoudsstroken langs het spoor.

Het voorkeurs habitat bestaat voor de Hazelworm uit gebieden met voldoende gevarieerde structuur in de vegetatie, met hopen en gaten in de (zachte) grond, stenen, afval, dan wel andere dichte bodemvegetatie waarin de dieren kunnen graven. Spoorbermen vallen binnen de biotoopeisen van de soort, waarbij het spoorbed wordt gebruikt om op te warmen, terwijl de (ruigere) bermen worden gebruikt om te foerageren.

Ook de spoorbermen in het plangebied worden door de Hazelworm gebruikt. Juist in deze zone zijn de geluidsschermen voorzien, waardoor dit leefgebied verloren gaat, zónder dat er ruimte is om ter plaatse te voorzien in functioneel nieuw leefgebied. Zeker in combinatie met het extra ruimtebeslag dat de spoorverdubbeling vraagt. Kijkend naar de beoordelingscriteria die voor het MER gebruikt zijn, is sprake van een "Vernietiging leefgebied actueel aanwezige beschermde soorten", waarbij de score zeer negatief (-) hoort (Tabel 3-3).

Het is goed daarbij op te merken dat daarmee de worst case van effecten in beeld zijn gebracht, omdat in deze fase niet bekend is hoe de schermen uitgevoerd zouden worden en in hoeverre er mogelijkheden/ maatregelen zijn om het leefgebied (gedeeltelijk) functioneel te houden. Wel is bekend dat de uitvoering van geluidsschermen zoals westelijker langs het spoor tracé, net westelijk van station de Kissel, géén ruimte laat voor bestaand leefgebied van de Hazelworm. Daarom wordt in deze uitgevoerde beoordeling niet vooruit gelopen op het eventueel treffen van mitigerende maatregelen ten bate van de Hazelworm. Mochten mitigerende maatregelen in het ontwerp van de schermen worden toegepast, dan ligt een minder negatieve score (namelijk negatief (-)) voor de hand, omdat het verlies van leefgebied in dat geval tijdelijk is.

Om dit te bereiken dienen de schermen zo ontworpen te worden dat ze geen barrière vormen voor de Hazelworm. Bovendien moet zich ook onder de schermen wat ruigere vegetatie kunnen ontwikkelen (die ook beheerd moet kunnen worden), vergelijkbaar met de huidige situatie. Dit vraagt dat voldoende licht en vocht beschikbaar is onder de schermen. Dit is alleen te bereiken door de schermen niet over de hele lengte in de grond te verankeren, maar ten minste enkele decimeters grondruimte over te houden.

Houtopstanden: Om de geluidsschermen te kunnen realiseren, is werkruimte nodig. In combinatie met de verbreding van het spoor, kan dit niet worden gerealiseerd zonder aanvullende kap van bomen. Echter, omdat bosschages ook aanwezig zijn buiten het spoor, blijft de connectiviteit geborgd. Kijkend naar de beoordelingscriteria die voor het MER gebruikt zijn, is sprake van een "Afname van meer dan 10 bomen", waarbij de score negatief (-) hoort (Tabel 3-4).

Omdat voor geen van de hierboven beschreven afwegingen de hoogte van de geluidsschermen ter zake doet, zijn de vier verschillende varianten niet onderscheidend.

Tabel 3-4 Beoordeling maatregelen ecologie

	Natura 2000	Natuurnetwerk Nederland	Soortenbescherming	Houtopstanden
MER referentie situatie	0	0	0	0
MER VKA	0	0	-	0
Voornemen met toepassing schermen	0	0	--	-

3.2 Trillinghinder

In hoofdstuk 2 van deze aanvulling is het advies van de Commissie voor de m.e.r. op het punt van trillinghinder aangegeven. Het betreft de volgende drie punten:

- *“de aannames voor geometrische uitbreidingsdemping en/of bodemdemping te onderbouwen dan wel aan te passen, bijvoorbeeld op basis van metingen;*
- *de effectbeoordeling op basis hiervan zo nodig aan te passen;*
- *een overzicht te geven van maatregelen waarmee trillinghinder voor (maatgevende) woningen kan worden beperkt. Geef aan tot welke reductie van trillinghinder dit leidt, zodat dit kan meewegen bij het te nemen besluit.”*

3.2.1 Bepalen geometrische uitbreidingsdemping en/of bodemdemping

Methode en meetlocaties

De Commissie voor de m.e.r. heeft aangegeven in het MER (en eerste aanvulling) een opvallend beperkte toename van de maximale trillingssterkte geconstateerd te hebben voor de woningen dicht langs het spoor. Als oorzaak hiervoor wijst zij op de gebruikte aannames voor de geometrische uitbreidingsdemping (n) en/of bodemdemping (α)⁴. Zij adviseert om deze aannames te onderbouwen of aan te passen op basis van bijvoorbeeld metingen.

Er is voor gekozen om de geometrische uitbreidingsdemping en de bodemdemping af te leiden uit trillingsmetingen op locatie met zogenaamde meetraaien. Een meetraai is een lijn dwars op het spoor van 80 m met 4 meetpunten in het maaiveld.

In Kerkrade vindt er geen spoorverdubbeling plaats waardoor er geen verandering van de maximale trillingssterkte optreedt. Er zijn daar daarom geen metingen verricht. De maatgevende locaties voor trillingen liggen in Heerlen en Landgraaf.

Resultaten metingen en bepalen uitbreidings- en bodemdemping

De geometrische uitbreiding n is afhankelijk van de lengte van de treinen. Op het baanvak Heerlen - Duitse grens rijden korte reizigerstreinen en relatief lange goederentreinen. De

⁴ Geometrische uitbreidingsdemping en bodemdemping zijn grootheden waarmee aangegeven wordt hoe en in welke mate trillingen door de bodem uitdempen naarmate de afstand tot de trillingsbron groter wordt.

bodemdemping α is afhankelijk van de bodemstructuur. Op basis van geotechnische gegevens uit het dinoloket is op te maken dat er grote overeenkomsten zijn tussen Heerlen en Landgraaf in de bodemstructuur. De formatielaag van Breda (zand en klei) die aanwezig is in Landgraaf, ontbreekt evenwel in Heerlen. Verwacht wordt dat daarom de bodemdemping in Landgraaf iets groter is.

Op basis van de metingen zijn met een worst case benadering de waarden voor n en α bepaald voor de maatgevende situaties in Heerlen en Landgraaf.

In bijlage 1 zijn resultaten van de metingen, de analyses voor het bepalen van de geometrische uitbreidingsdemping (n) en de bodemdemping (α), alsmede de onderbouwing van de worst case benadering gegeven.

Tabel 1 geeft de nu vastgestelde geometrische uitbreiding en bodemdemping weer gegeven op basis van de metingen. In het MER is hiervoor eerder uitgegaan een waarde van 0,5 voor de geometrische uitbreidingsdemping en een waarde 0 voor de bodemdemping (gebaseerd op informatie vanuit de literatuur en vanuit bestaande projecten).

Tabel 3-5 vastgestelde geometrische uitbreiding en bodemdemping op basis van de metingen

Cluster	Meetlocatie	Geometrische uitbreiding n [--]	Bodemdemping α [--]
Heerlen	Glas Mij weg	0,45	0,0083
Landgraaf	Delleweg	0,59	0,0130

Met behulp van de metingen zijn de geometrische uitbreiding en bodemdemping nauwkeuriger te bepalen dan op basis van literatuur en andere projectervaringen; de waarden wijken in enige mate af van de aannames hiervoor in het MER.

3.2.2 Effectbeoordeling trillinghinder

Met de nieuw vastgestelde geometrische uitbreiding en bodemdemping zijn de maximale trillingssterkte (V_{max}), het aantal door trillingen gehinderde personen en het hinderpercentage in de maatgevende situaties opnieuw bepaald.

Maximale trillingssterkte

Op basis van de vastgestelde geometrische uitbreidingsdemping (n) en de bodemdemping (α) zijn met de Barkan-formule de berekeningen van trillingssterkte (V_{max}) opnieuw uitgevoerd.

Barkan-formule $V(r) = V(r_0) \left[\frac{r_0}{r} \right]^n e^{-\alpha(r-r_0)}$	Waarin: $V(r)$: Amplitude trillingssterkte woning op een afstand r van de bron $V(r_0)$: Amplitude trillingssterkte woning op referentie afstand r_0 van de bron r : Afstand van bron tot ontvanger [m] r_0 : Referentie afstand tot de bron [m] n : Parameter voor geometrische uitbreiding [--]. Waarde varieert van 0 tot 2 α : Parameter voor bodemdemping [1/m]
--	---

De berekende toename van de V_{max} is vergeleken met de in het MER weergegeven toename; beide zijn tabel 3-6 opgenomen.

Tabel 3-6 effectbepaling op basis van de vastgestelde geometrische uitbreiding en bodemdemping

Cluster	MER					Aanvulling				
	Huidige situatie Vmax,Bts	n	Alfa	Prognose Vmax	Toename t.o.v. referentie %	Huidige situatie Vmax	n (gefit op basis van meetdata)	Bodemdemping alfa (gefit op basis van meetdata)	Prognose Vmax aangepast	Toename t.o.v. referentie %
Heerlen	0,50	0,5	0,0000	0,56	12	0,50	0,45	0,0083	0,57	14
Landgraaf	0,25	0,5	0,0000	0,29	16	0,25	0,59	0,0130	0,32	26
Kerkrade	0,27	0,5	0,0000	0,27	0	0,27	0,59	0,0098	0,27	0

De toename van de trillingssterkte Vmax bedraagt op basis van de bepaling van de geometrische uitbreidingsdemping (n) en de bodemdemping (α) maximaal 26%.

Geconcludeerd wordt dat ondanks het uitgaan van de worst case voor de bodemparameters de toename van de trillingssterkte (Vmax) minder dan 30% is. Conform de Bts-beoordelingssystematiek⁵ wordt op basis van internationale onderzoeken, zoals genoemd in de toelichting van de Bts, een voelbaarheidsdrempel van 30% gehanteerd, hiermee is een toename van maximaal 26% als niet waarneembaar en stand-still te beoordelen en zijn geen mitigerende maatregelenafwegingen nodig.

Aantallen gehinderden en toename van het hinderpercentage in maatgevende situatie

Op basis van metingen en nieuwe berekeningen van Vmax is het aantal gehinderde personen in het studiegebied opnieuw bepaald. Tevens is (de toename van) het hinderpercentage in de maatgevende situaties bepaald en beoordeeld; het betreft het percentage van de in een maatgevende situatie aanwezige personen dat hinder ondervindt van trillingen. De resultaten zijn opgenomen in tabel 3-7 en 3-8.

Tabel 3-7 Aantallen gehinderden in de 100 m zone

Cluster	huidige situatie gehinderden [personen]	Referentie situatie gehinderden [personen]	Project situatie gehinderden [personen] Basisvariant	Project situatie gehinderden [personen] basisvariant met	Project situatie gehinderden [personen] Uitwerkings variant A	Project situatie gehinderden [personen] Uitwerkings variant B	Project situatie gehinderden [personen] Uitwerkings variant C
Heerlen	219	219	227	227	227	227	227
Landgraaf	280	280	318	318	318	318	318
Kerkrade	203	203	203	203	203	203	203
Totaal	702	702	749	749	749	749	749

Tabel 3-8 Toename van percentage hinder in maatgevende situatie (absolute toename van hinderpercentage)

⁵ Beleidsregel Trillinghinder Spoor.

Cluster	Project situatie toename hinder [% van aanwezige personen] basisvariant	Project situatie toename hinder [% van aanwezige personen] Uitwerkings variant A	Project situatie toename hinder [% van aanwezige personen] Uitwerkings variant B	Project situatie toename hinder [% van aanwezige personen] Uitwerkings variant C
Heerlen	1,5	1,5	1,5	1,5
Landgraaf	3,7	3,7	3,7	3,7
Kerkrade	0,00	0,00	0,00	0,00

Gezien alle clusters en varianten is een toename van het hinderpercentage van maximaal 3,7 % te verwachten. Dit is iets hoger dan de 2,6% die in het MER werd geconstateerd, maar is altijd nog minder dan 5% waarvoor een neutrale effectbeoordeling geldt. Hiermee blijft de effectbeoordeling voor trillingen zoals in het MER weergegeven gehandhaafd.

3.2.3 Maatregelen

Omdat ook de nieuw vastgestelde toename van de maximale trillingssterkte (V_{max}) kleiner is dan 30% wordt conform de Bts-beoordelingssystematiek op basis van internationale onderzoeken een voelbaarheidsdrempel van 30% gehanteerd, hiermee is een toename van maximaal 26% als niet waarneembaar en stand-still te beoordelen en zijn geen mitigerende maatregelenafwegingen nodig. De Commissie voor de m.e.r. adviseert niettemin om een overzicht te geven van (en de effectiviteit van) mogelijke maatregelen om trillinghinder te beperken zodat deze tezamen met kostenoverwegingen in de besluitvorming overwogen kunnen worden.

Afbakening soorten en locaties/omvang voor maatregelen

Er kan onderscheid worden gemaakt tussen drie soorten maatregelen, die overigens ook in combinatie getroffen kunnen worden:

- Maatregelen aan de bron;
- Maatregelen in de overdracht;
- Maatregelen bij de ontvanger.

Een voorbeeld van maatregelen aan de bron is het funderen van de baan in de ondergrond. Een voorbeeld van maatregelen in de overdracht is het aanbrengen van een ondergrondse trillingsreducerende constructie (OTC) of een (diepe) sloot. Deze maatregelen worden ook wel transmissie maatregelen genoemd. Een voorbeeld van maatregelen bij de ontvanger (woning) is het verstijven van de vloer van een bestaand gebouw.

Niet alle mogelijke maatregelen zijn uitvoerbaar of effectief in de gegeven omstandigheden van dit project. In bijlage 2 zijn de mogelijke maatregelen beschouwd en afgewogen. Conclusie van de beschouwing in bijlage 2 is dat in de gegeven omstandigheden voor dit project alleen maatregelen in het overdrachtgebied (Ondergrondse Trillingsreducerende Constructies = OTC's) technisch uitvoerbaar en effectief zijn.

Op advies van en in afstemming met de Commissie voor de m.e.r. zijn aanvullende (bovenwettelijke) maatregelen beschouwd voor woningen:

1. waar door de aanleg van de SVHL een toename van de trillingssterkte wordt voorzien;

2. waarbij de streefwaarde van de SBR B Richtlijn⁶ voor de nachtperiode ($V_{max} < 0,4$) wordt overschreden.

De woningen moeten aan beide voorwaarden voldoen om in aanmerking te komen voor de overweging van maatregelen.

De ligging van de streefwaarde voor de nachtperiode ($V_{max} < 0,4$) is bepaald aan de hand van de maximale trillingssterkte ter plaatse maatgevende woningen in Heerlen en Landgraaf (na de voorgenomen spoorverdubbeling). In Heerlen ligt die streefwaarde op 19,5 m en in Landgraaf 8 m van het spoor. Op basis van een GIS analyse is vastgesteld dat binnen deze stroken:

- 6 woningen op 3 locaties liggen in Heerlen: Schaesbergerweg (3x), de Kloosterkoolhof (2x) en de Spoordamstraat (1x). (Zie ook onderstaande afbeelding). De afstand van de woningen tot het hart dichtstbijzijnde spoor in de projectsituatie is minder dan 19,5 m;
- 0 woningen liggen in Landgraaf;
- 0 woningen liggen in Kerkrade.

Figuur 3-2 Locaties woningen



De toename van de trillingssterkte ten gevolge van het project zonder maatregelen bedraagt voor de locaties in de cluster Heerlen maximaal 14%.

De mogelijke mitigerende maatregelen voor de 6 woningen bestaan daarom uit 3 OTC's met een gezamenlijke lengte van 245 m. Opgemerkt wordt dat in sommige situaties in de bestaande situatie niet aan het criterium ($V_{max} < 0,4$) wordt voldaan. Dit betekent dat in sommige situaties maatregelen niet alleen het projecteffect mitigeren maar ook resulteren in een verbetering van de bestaande situatie (sanering).

Effectbeoordeling bovenwettelijke maatregelen trillinghinder

Er is geen sprake van een gewijzigde effectbeoordeling, aangezien de beschreven mitigerende bovenwettelijke maatregelen alleen lokaal dicht bij het spoor een mitigerende effect hebben. Op clusterniveau is er daarom geen gewijzigde effectbeoordeling. Er is slechts lokaal (3 locaties) sprake van een positief effect op het percentage gehinderden. Na het treffen van de

⁶ Richtlijn opgesteld door Stichting Bouw Research waarin is opgenomen dat gedurende de nachtperiode bij voorkeur geen maximale trillingssterkte optreedt bij woningen van meer dan 0,4.

bovenbeschreven maatregelen is er op de 3 locaties geen toename van het hinderpercentage ten gevolge van het voornemen, het projecteffect wordt naar verwachting geheel gemitigeerd.

Effectbeoordeling op andere milieuaspecten en overige gevolgen

Omdat de maatregelen bestaan uit ondergrondse constructies zijn de gevolgen voor andere milieueffecten nihil of gering tijdens het gebruik. Wel is belangrijk dat de OTC's niet altijd binnen de beschikbare ruimte voor het spoor kunnen worden geplaatst en dat realisatie van de OTC's, vooraf aan de uitvoering mogelijk grondverwerving vereist en dat tijdens de realisatie intensieve werkzaamheden dicht bij de bebouwing nodig zijn. De OTC heeft verder mogelijk invloed op grondwaterstromen en de OTC blijft permanent in de ondergrond want ze is vrijwel onmogelijk te slopen. Er zijn dus negatieve effecten voor de bouw en het ruimte beslag van het project en daardoor ook voor de planning van de uitvoering.

4 Conclusies

Om de kansen in beeld te brengen die de spoorverdubbeling biedt voor de verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving, zijn bovenwettelijke maatregelen in beoordeeld voor de verdere reductie van geluidshinder en trillingen.

Maatregelen tegen geluidshinder en trillinghinder

Alle effectscores zijn samengevat in de volgende tabel.

Tabel 4-1 Effectbeoordeling geluidsmaatregelen

Milieuaspect en beoordelingscriteria	Referentie	Voorkeursvariant cf MER	Voorkeursvariant + raildempers	Voorkeursvariant + scherm + 1m (+BS)	Voorkeursvariant + scherm 2m (+BS)	Voorkeursvariant + scherm 3m (+BS)	Voorkeursvariant + scherm 4m (+BS)
Geluid							
Toename (ernstig) gehinderden	0	--	-	+	++	++	++
Gezondheid							
Effect op volksgezondheid	0	0/-	0	0	+/-	+/-	+
Landschap en cultuurhistorie							
Ruimtelijke samenhang	0	0	0	0/-	-	--	--
Landschappelijke waarden	0	0	0	0/-	-	--	--
Cultuurhistorische waarden	0	--	--	--	--	--	--
Ecologie							
Natura 2000	0	0	0	0	0	0	0
Natuurnetwerk Nederland	0	0	0	0	0	0	0
Soortenbescherming	0	-	-	--	--	--	--
Houtopstanden	0	0	0	-	-	-	-
Trillingen							
Gehinderden trillingen*	0	0	0	0	0	0	0

* Het lokale effect van de lokale maatregelen tegen trillinghinder komt niet tot uitdrukking in de totaal effectscore.

De raildempers leiden tot een kleinere toename van de geluidshinder als gevolg van het voornemen SVHL in vergelijking met de voorkeursvariant in het hoofdrapport MER. De effectscore is daarmee iets minder negatief als het gaat om het aantal (ernstig) geluidgehinderden door spoorweglawaai. Vanwege de cumulatie van geluid van meerdere geluidbronnen en andere gezondheidsfactoren, zal het gezondheidsklimaat echter niet in

relevante mate anders zijn in vergelijking met ofwel de referentiesituatie ofwel de voorkeursvariant van SVHL in het MER.

De raildempers hebben geen effect op de landschappelijke en cultuurhistorische waarde, en ecologie.

De geluidsschermen hebben als effect dat een afname van de geluidshinder bereikt kan worden; zowel ten opzichte van de basisvariant in het MER als de referentiesituatie. Afhankelijk van de hoogte leidt dit tot een positief tot zeer positief effect op het criterium aantal (ernstig) gehinderden. Vanwege de cumulatie van meerdere geluidsbronnen heeft de afname van hinder door spoorweglawaai echter weinig effect op de volksgezondheid in het gebied.

Afhankelijk van de hoogte van schermen is bovendien een negatief effect te verwachten op de landschappelijke en cultuurhistorische waarde en ruimtelijke samenhang. Ook scoort het toepassen van geluidsschermen negatiever dan een voornemen zonder schermen.

Volgend op het MER is een beeldkwaliteitsplan opgesteld waarin de negatieve effecten verder worden verzacht en lokaal zelfs verbeteringen kunnen optreden. Dit is echter niet in de effectbeoordeling meegewogen.

Ook voor natuur scoort het voornemen inclusief de extra maatregelenpakketten ongunstiger dan de voorkeursvariant. De voornaamste reden is het verlies van leefgebied van de hazelworm. Hiervoor zal onderzocht moeten worden of er mitigerende maatregelen zijn om dit effect te verzachten. Omdat de extra stikstofdepositie voor deze aanvullende notitie niet is berekend, zal dit nog moeten gebeuren voor de vergunningaanvraag voor de Wet natuurbescherming als het bevoegd gezag zou besluiten de extra maatregelen tegen geluidshinder (trillingshinder) in de voorkeursvariant op te nemen.

Onderbouwing effectbeoordeling trillinghinder in MER

Uit de trillingsmetingen die zijn uitgevoerd kunnen realistischere waarden voor de uitbreidingsdemping en bodemdemping worden afgeleid, in vergelijking tot de aangenomen waarden in het MER. Met deze nieuwe waarden is opnieuw het percentage bepaald van mensen dat hinder ondervindt op een maatgevende locatie dicht langs het spoor. Dit percentage is licht hoger dan in het MER was bepaald, maar het verschil leidt niet tot een andere effectbeoordeling.

Effecten extra maatregelen tegen trillinghinder

Omdat ook de nieuw vastgestelde toename van de maximale trillingssterkte (V_{max}) kleiner is dan 30%, is er sprake van stand-still er is geen sprake van een voelbare toename en hoeven conform de Bts-beoordelingssystematiek geen mitigerende maatregelen afgewogen te worden. Beschouwd zijn bovenwettelijke maatregelen (**Ondergrondse Trillingsreducerende Construcies = OTC's**) voor drie locaties dicht langs het spoor waar:

1. door de aanleg van de SVHL een toename van de trillingssterkte wordt voorzien, én;

2. de streefwaarde van de SBR B Richtlijn⁷ voor de nachtperiode ($V_{max} < 0,4$) wordt overschreden.

Het toepassen van deze maatregelen leidt niet tot een andere effectbeoordeling voor het project als geheel, maar alleen tot het (waarschijnlijk zo goed als geheel) opheffen van de toename van trillinghinder op de betreffende specifieke locaties.

⁷ Richtlijn opgesteld door Stichting Bouw Research waarin is opgenomen dat gedurende de nachtperiode bij voorkeur geen maximale trillingssterkte optreedt bij woningen van meer dan 0,4.

Bijlage 1:

**Weergave metingen en de analyses ter bepaling van de
geometrische uitbreidingsdemping (n) en de bodemdemping
(α) en effectbeoordeling**

Metingen

Op basis van geotechnische gegevens van de bodemstructuren uit het dinoloket zijn er grote overeenkomsten tussen Heerlen en Landgraaf. De formatielaag van Breda (zand en klei) ontbreekt in Heerlen. In Landgraaf is daarom de verwachting dat de bodemdemping alfa wellicht iets groter is omdat de formatielaag van Breda (zand en klei) in Heerlen ontbreekt (klei heeft een relatief hoge bodemdemping). Daarom wordt het zinvol geacht om een meetraai in de cluster Heerlen en een meetraai in de cluster Landgraaf uit te voeren.

Voor een meetraai is dwars op het spoor circa 100 m niet bebouwde en niet beboste ruimte nodig. Vanuit de meetraai is onbelemmerd zicht op het spoor noodzakelijk.

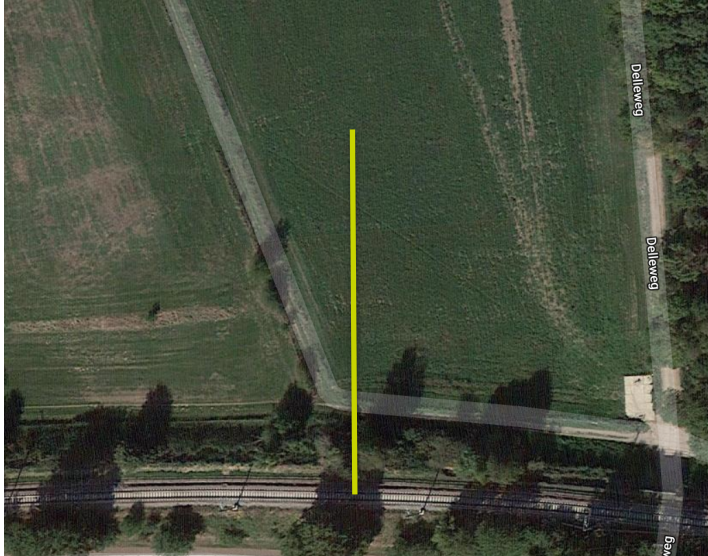
In Heerlen is er beperkt fysieke ruimte voor het meetraaionderzoek de enige locatie die voldoet is ten noorden van Station de Kissel in de nabijheid van de Glasmijweg. Onderstaand is de meetraai met een gele lijn weergegeven. Op de gele lijn zijn op 20, 40, 60 en 80 m van het hart van het spoor meetpunten aangebracht.

Afbeelding 1.1: Meetraai Glasmijweg



Ook in Landgraaf is er beperkt fysieke ruimte voor het meettraaionderzoek de enige locatie die voldoet is in de nabijheid van de Delleweg. Onderstaand is de meetraai met een gele lijn weergegeven. Op de gele lijn zijn op 20, 40, 60 en 80 m van het hart van het spoor meetpunten aangebracht.

Afbeelding 1.2: Meetraai Delleweg



De metingen zijn met acht Sigicom C22 meetsystemen verricht. De meetsystemen zijn onder het maaiveld aangebracht. Voor een meetpunt wordt een gat in het maaiveld gegraven van circa 40*40*40 cm, er wordt een meettafel aangebracht, het meetsysteem wordt geplaatst op een meettafel, een meetkast wordt over het meetsysteem geplaatst en de grond wordt tenslotte over de meetkast teruggebracht. De graszoden worden weer aangebracht zodat het meetsysteem visueel niet zichtbaar is vanuit het maaiveld. De meetsystemen worden op afstand met een internetverbinding beheerd. De meetsystemen staan zo ingesteld dat per 5 seconde de hoogste trillingssterkte wordt bepaald. In de onderstaande afbeeldingen is een indruk van het installeren van de meetsystemen weergegeven.

Afbeelding 1.3: Meetraai Glasmijweg Afbeelding 1.4: Meetraai Delleweg



Afbeelding 1.5 t/m 1.8: Aanbrengen meetsysteem onder maaiveld



Analyse

De metingen zijn verricht van 28-11-2019 t/m 22-12-2019. Tijdens deze periode hebben zich honderden passages van reizigerstreinen en 3 passages van goederentreinen voorgedaan. Er zijn 20 reizigerstreinpassages en 3 goederentreinpassages in de analyse gebruikt. De reizigerstreinen zijn relatief kort de goederentreinen zijn relatief lang. De meetapparatuur heeft per 5 seconde de hoogste waarde gemeten. Tijdens een goederentreinpassage zijn afhankelijk van de lengte van de trein meerdere metingen verricht.

Een passage van een goederentrein kan ingedeeld worden in het aanzwellen van het signaal, het plateau van het signaal en het afnemen van het signaal. Tijdens het plateau is de goederentrein ter hoogte van de meetraai aanwezig. In de analyse is alleen het signaal gedurende de plateaufase gebruikt.

In tabel 1.1 staan in kolom 4 t/m 6 de gegevens zoals door Prorail verstrekt weergegeven van de goederentreinpassages.

Tabel 1.1: gegevens goederentreinen

Datum	Start tijdstip (signaal)	Duur [sec] (signaal)	Snelheid [km/uur]	Lengte trein [m]	Gewicht trein [ton]
Glasmijweg					
30-11	10:31:40-10:32:30	50	54	113	176
14-12	10:28:20-10:29:10	50	36	185	305
21-12	10:28:55-10:29:40	45	39*/**	*	*
Delleweg					
30-11	10:35:10-10:35:40	35	54	113	176
14-12	10:20:55-10:21:35	40	36	185	305
21-12	10:24:15-10:24:55	40	39*/**	*	*

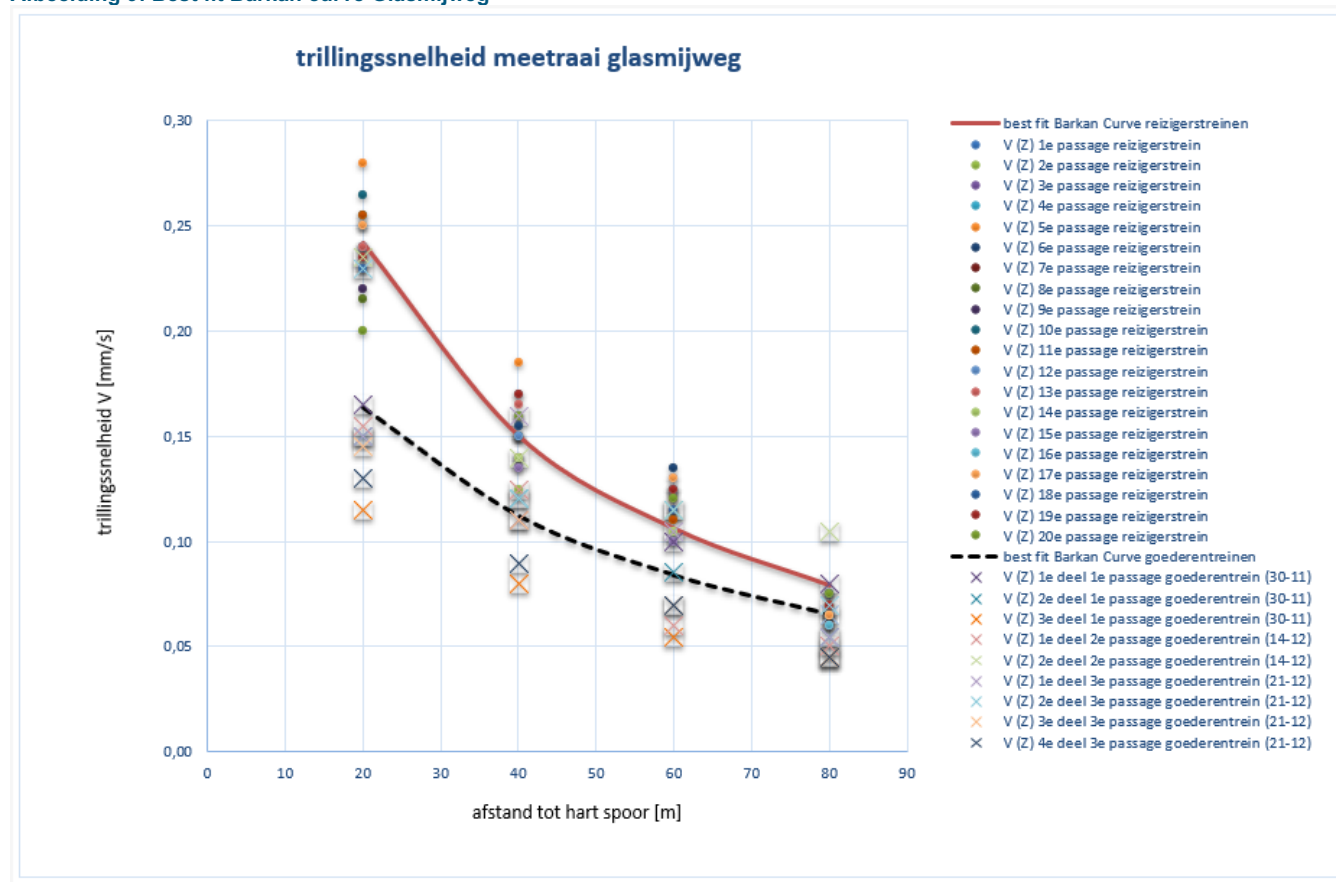
* niet beschikbaar omdat de meetunits van Prorail niet hebben geregistreerd

** schatting op basis van klok meetsystemen RHDHV

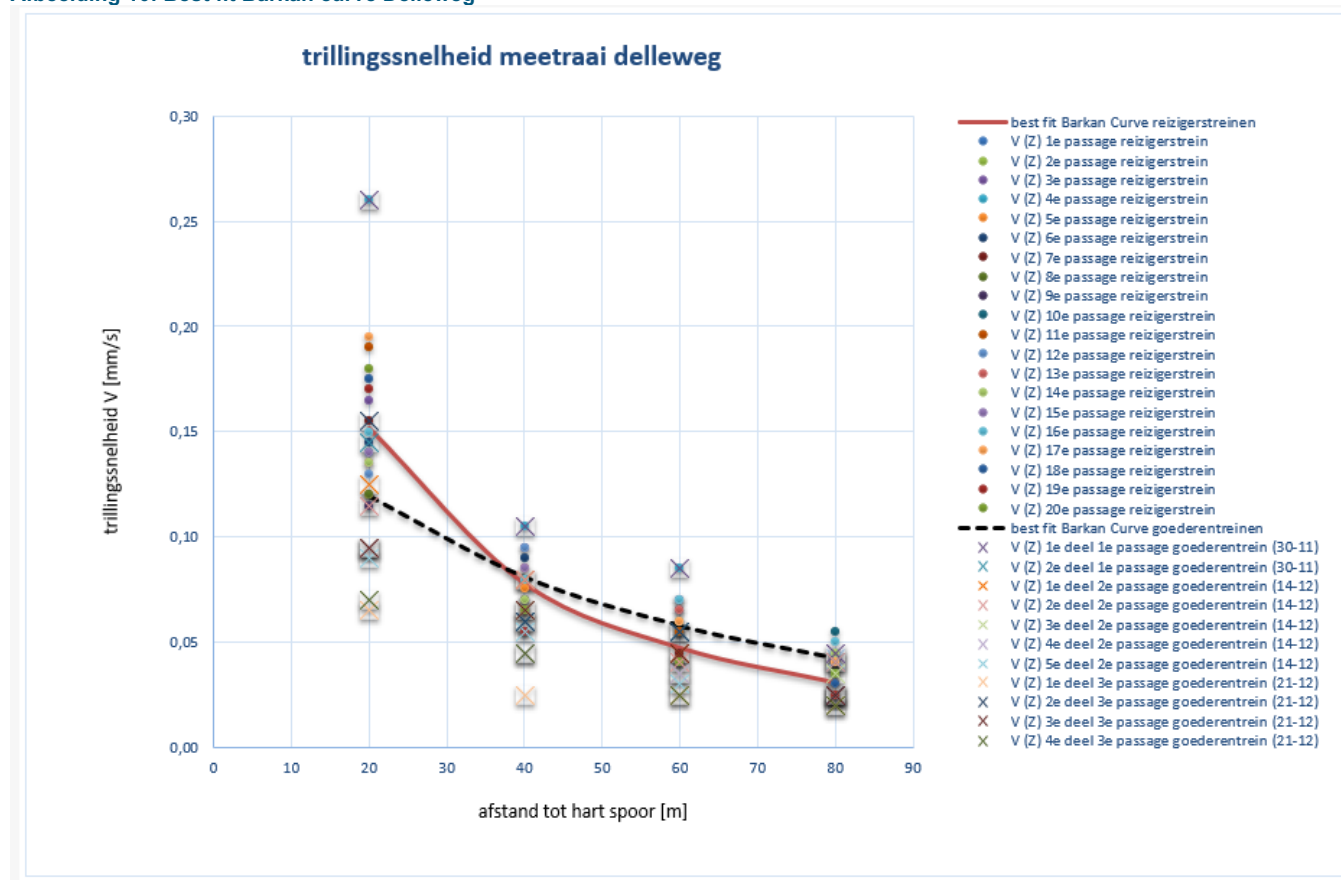
In afbeeldingen 9 en 10 zijn in de grafieken de trillingssnelheid als functie van de afstand tot het spoor weergegeven.

Van de 3 goederentreinpassages zijn voor de Glasmijweg 9 metingen van 5 seconden gebruikt en weergegeven. Van de 3 goederentreinpassages zijn voor de Delleweg 11 metingen van 5 seconden gebruikt en weergegeven.

Afbeelding 9: Best fit Barkan curve Glasmijweg



Afbeelding 10: Best fit Barkan curve Delleweg



In beide grafieken is voor de reizigerstreinen en voor de goederentreinen de best fit Barkancurve weergegeven.

De best fit curve is met behulp van de kleinste kwadraten methode bepaald. Dit betekent dat de som van alle afstanden tussen de wolk van meetwaarde en de deze best fit lijn het kleinste is,

De bijbehorende geometrische uitbreiding n en de bodemdemping α van de best fit Barkan curve is in tabel 1.2 weergegeven.

Tabel 1.2: vastgestelde geometrische uitbreiding en bodemdemping op basis van de metingen

Cluster	Meetlocatie	reizigerstreinen	goederentreinen	reizigerstreinen	goederentreinen
		Geometrische uitbreiding n [--]	Geometrische uitbreiding n [--]	Bodemdemping α [1/m]	Bodemdemping α [1/m]
Heerlen	Glas Mij weg	0,45	0,31	0,0083	0,0082
Landgraaf	Delleweg	0,59	0,19	0,0130	0,0130

Duidelijk zichtbaar in de figuren is dat de bestfit Barkan curve voor de goederentreinen vlakker loopt dan de bestfit Barkan curve voor de reizigerstreinen. Dit komt omdat de korte reizigerstreinen zich meer als een puntbron gedragen en de relatief lange goederentreinen zich meer als een lijnbron gedragen.

Deze punt- en lijnbron karakteristiek komt tot uitdrukking in de geometrische uitbreiding n .

De bepaalde waarde van de geometrische uitbreiding n voor de reizigerstreinen op basis van de bestfit Barkancurve bedraagt respectievelijk 0,45 [--] en 0,59 [--]. De waarde 0,45 [--] en 0,59 [--] zijn waardes behorende bij een puntbron karakteristiek.

De bepaalde waarde van de geometrische uitbreiding n voor de goederentreinen op basis van de (vlakkere) bestfit Barkancurve bedraagt respectievelijk 0,31 [--] en 0,19 [--]. De waarde 0,31 [--] en 0,19 [--] zijn waardes behorende bij een lijnbron karakteristiek.

Prognose

Op basis van de geometrische uitbreidingsdemping (n) en de bodemdemping (α) zijn de berekeningen van trillingssterkte $V_{\max}$ opnieuw uitgevoerd. De berekende toename van de trillingssterkte $V_{\max}$ is vergeleken met de in de MER berekende toename. De gewijzigde effectbepaling zijn in de tabel 1.3 opgenomen.

De prognose is gebaseerd op de nulmeting van de grootheid $V_{\max, Bts}$. De grootheid $V_{\max, Bts}$ is een statistische grootheid die bepaald wordt door de hoogste meetwaarden van de trillingssterkte. De hoogste meetwaardes worden zowel door de reizigerstreinen als de goederentreinen bepaald.

Daarom is zowel een berekening volgens de geometrische uitbreidingsdemping (n) en de bodemdemping (α) van de lijnbron als de puntbron karakteristiek uitgevoerd.

Tabel 1.3: effectbepaling op basis van de vastgestelde geometrische uitbreiding en bodemdemping

Cluster	Lijnbron karakteristiek					Puntbron karakteristiek				
	huidige situatie $V_{\max, Bts}$	geometrische uitbreidingsdemping (n)	bodemdemping (α)	prognose $V_{\max}$	toename %	huidige situatie $V_{\max, Bts}$	geometrische uitbreidingsdemping (n) (best fit op basis van meetdata)	bodemdemping (α) (best fit op basis van meetdata)	aangepaste prognose $V_{\max}$	toename %
Heerlen	0,50	0,31	0,0083	0,55	10	0,50	0,45	0,0083	0,57	14
Landgraaf	0,25	0,19	0,0130	0,28	12	0,25	0,59	0,0130	0,32	26
Kerkrade	0,27	0,19	0,0130	0,27	0	0,27	0,59	0,0130	0,27	0

De toename van de trillingssterkte $V_{\max}$ bedraagt op basis van de bepaling van de geometrische uitbreidingsdemping (n) en de bodemdemping (α) voor de puntbron karakteristiek maximaal 26%.

De toename van de trillingssterkte $V_{\max}$ bedraagt op basis van de bepaling van de geometrische uitbreidingsdemping (n) en de bodemdemping (α) voor de lijnbron karakteristiek maximaal 12%.

Hiermee is duidelijk dat de puntbron karakteristiek een worst case vormt voor de prognose in vergelijking tot de lijnbron karakteristiek. Daarom is voor de bepaling van het projecteffect in de MER de puntbron karakteristiek benadering gevolgd. Hiermee wordt dus een worst case benadering gevolgd.

Effectbeoordeling

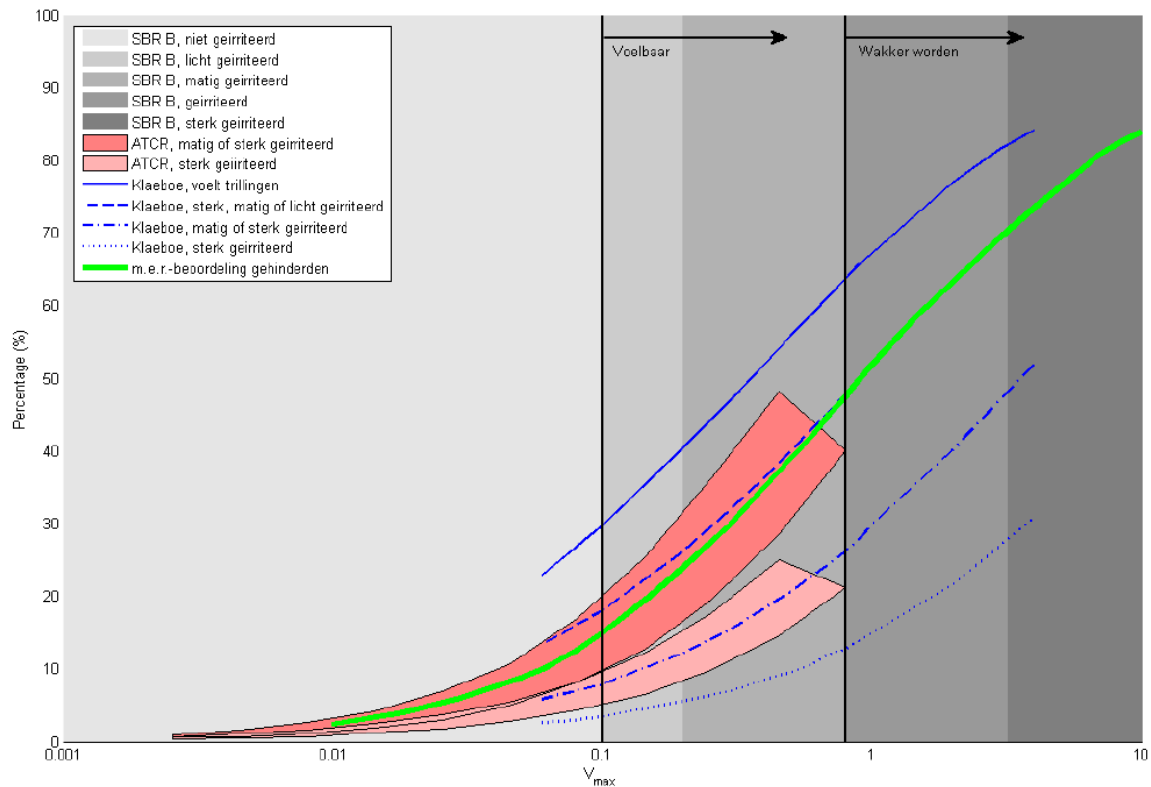
Beoordelingskader trillingen

Tot op heden zijn er geen richtlijnen vastgelegd om de effecten van trillinghinder objectief en systematisch in beeld te brengen ten behoeve van de beoordeling in een m.e.r.-procedure. Wel zijn er richtlijnen om trillinghinder te beoordelen ten behoeve van ruimtelijke besluiten, zoals tracébesluiten en bestemmingsplanprocedures. Voor spoorse tracébesluiten wordt doorgaans gebruik gemaakt van de Beleidsregel Trillinghinder Spoor (verder: BTS). In het verleden werd ook wel gebruik gemaakt van de SBR richtlijn, deel B, om de hinder voor omwonenden te beoordelen. Omdat beide richtlijnen geen directe aanwijzingen geven om de milieueffecten van trillinghinder te beschrijven, zijn deze niet direct bruikbaar voor de toepassing in een m.e.r.-procedure. Belangrijk voor een juiste beoordeling van de effecten van trillinghinder is dat de methode aansluit bij de eisen uit de m.e.r.-wetgeving, aansluit bij de hinderbeleving van omwonenden en voldoende onderscheidend vermogen heeft, zodat het mogelijk is om een juiste variantenkeuze te maken. Internationaal is een groot aantal onderzoeken uitgevoerd waarin de relatie tussen trillingssterkte en hinderbeleving is vastgesteld door middel van enquêtes en wetenschappelijk onderzoek, zie tabel 1.4.

Tabel 1.4: Internationale onderzoeken naar hinderbeleving

	Publicatie
[1]	Asmussen, Bernd e.a., <i>Review of existing standards, regulations and guidelines, as well as laboratory and field studies concerning human exposure to vibration</i> , RIVAS Deliverable D1.4, 12 januari 2011
[2]	Woodcock, James e.a., <i>Human response to vibration from passenger and freight railway traffic in residential environments</i> , ICSV19, Vilnius, Lithuania, 8-12 juli 2012
[3]	Klaeboe, R. e.a., <i>Vibration in dwellings from road and rail traffic – Part II: exposure-effect relationships based on ordinal logit and logistic regression models</i> , Applied Acoustics, 64, 89-109, 2003
[4]	Klaeboe, R. e.a., <i>Vibration in dwellings from road and rail traffic – Part III: towards a common methodology for socio-vibrational surveys</i> , Applied Acoustics, 64, 111-120, 2003
[5]	Steinhauser, P. e.a., <i>Erschutterungsbeurteilung nach ONORM S 9012 im Vergleich zur internationalen Normung, Lärmbekämpfung</i> , Bd. 5 Nr. 5, 206-212, 2010
[6]	Zapfe, J.A. e.a., <i>Groundborn Noise and Vibration in Buildings Caused by Rail Transit, Final report for Transit Cooperative Research Program (TCRP)</i> , D-12, 2009
[7]	SBR B-richtlijn, <i>Hinder voor personen in gebouwen, meet- en beoordelingsrichtlijnen</i> , augustus 2002

Met behulp van deze onderzoeken is een curve bepaald, die aangeeft bij welke trillingssterkte hoeveel procent van de omwonenden hinder ervaart, zie afbeelding 11. Deze curve is eerder gebruikt en samengesteld in trillingsonderzoek MER doorstroomstation Utrecht (DSSU) Movares d.d. 5 december 2014 en in trillingsonderzoek MER extra sneltrein Groningen Leeuwarden (ESGL) RHDHV d.d. 8-4-2016. De curve is met groen weergegeven in de afbeelding.



Afbeelding 11: Kans op hinder als functie van de trillingssterkte V_{max} (groene curve)

Er wordt geen uitspraak gedaan over de mate van hinder (lichte hinder, matige of ernstige hinder), maar alleen over het percentage personen dat hinder ervaart, gegeven de trillingssterkte in die woning.

Om een goede onderlinge vergelijking tussen de tracé-varianten mogelijk te maken heeft de referentiesituatie (zie hoofdstuk 3) altijd een neutrale score (0). Een neutrale score van de referentiesituatie betekent dus niet dat verondersteld wordt dat er geen sprake van een verandering is ten opzichte van de huidige situatie. Ook houdt het geen waardeoordeel in over de referentiesituatie: zelfs als bijvoorbeeld nu een norm wordt overschreden, zal de referentiesituatie neutraal scoren.

De scores (de plussen en minnen) worden gedefinieerd en bepaald aan de hand van een 7-puntsschaal. De scores zijn in tabel 1.6 uitgewerkt.

Tabel 1.5: Beoordelingskader

Thema	Aspect	Wat wordt onderzocht?	Methode
Woon-, werk- en leefmilieu	Trillingen	Trillinghinder in gebruiksfase aantal gehinderden (woningen) in studiegebied Kans op schade ten gevolge van trillingen in gebruiksfase	Kwantitatief

Tabel 1.6: 7-puntsschaal voor effectbeoordeling trillingen

Score	Verklaring	Kwantificering
++	Zeer positieve bijdrage/effekten	Sterke afname aantal gehinderde personen (25 procent of meer toename)
+	Positieve bijdrage/effekten	Afname aantal gehinderde personen (10 tot 25 procent afname)
+ / 0	Licht positieve bijdrage/effekten	Lichte afname aantal gehinderde personen (5 tot 10 procent afname)
0	Neutrale effecten/gelijkblijvende bijdrage	Gelijkblijvend aantal gehinderde personen (5 procent afname tot 5 procent toename)
0 / -	Licht negatieve bijdrage/effekten	Lichte toename aantal gehinderde personen (5 tot 10 procent toename)
-	Negatieve bijdrage/effekten	Toename aantal gehinderde personen (10 tot 25 procent toename)
--	Zeer negatieve bijdrage/effekten	Sterke toename aantal gehinderde personen (25 procent of meer toename)

Effect beoordeling bepaling gehinderden

Op basis van metingen en berekeningen van $V_{\max}$ per cluster is het percentage gehinderde personen bepaald voor de varianten. De gehanteerde bepaling is op identieke wijze verricht zoals gerapporteerd in het deelonderzoek trillingen voor het MER. De resultaten zijn weergegeven in tabel 1.7 en 1.8.

Tabel 1.7 totaal aantal gehinderden in de 100 m zone

Cluster	huidige situatie gehinderden [personen]	Referentie situatie gehinderden [personen]	Project situatie gehinderden [personen] Basisvariant	Project situatie gehinderden [personen] basisvariant met maatregelen conform Bts	Project situatie gehinderden [personen] Uitwerkings variant A	Project situatie gehinderden [personen] Uitwerkings variant B	Project situatie gehinderden [personen] Uitwerkings variant C
Heerlen	219	219	227	227	227	227	227
Landgraaf	280	280	318	318	318	318	318
Kerkrade	203	203	203	203	203	203	203
Totaal	702	702	749	749	749	749	749

Tabel 1.8: toename % gehinderden in de maatgevende woning

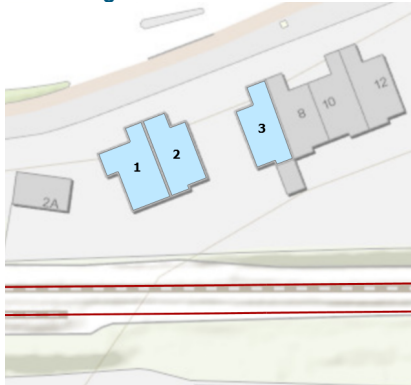
Cluster	Project situatie toename gehinderden [%] basisvariant	Project situatie toename gehinderden [%] met maatregelen conform Bts	Project situatie toename gehinderden [%] Uitwerkings variant A	Project situatie toename gehinderden [%] Uitwerkings variant B	Project situatie toename gehinderden [%] Uitwerkings variant C
Heerlen	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Landgraaf	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Kerkrade	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

De toename van het percentage gehinderden in tabel 1.8 is uitgedrukt in de absolute toename van het percentage gehinderden. Er is voor het aspect trillingen in alle varianten een toename van gehinderden van maximaal 3,7 % per cluster te verwachten. Hiermee blijft het effect voor het aspect trillingen neutraal (minder dan 5% toename).

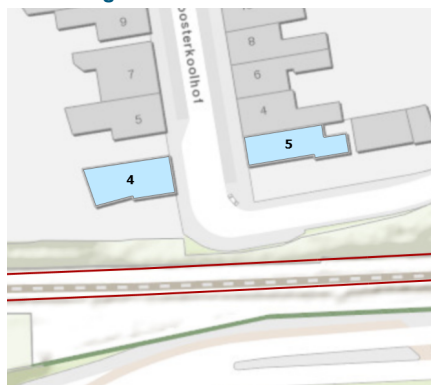
Bijlage 2: Weergave beschouwing bovenwettelijke maatregelen

Het gaat hierbij om de woningen in Heerlen langs de Schaesbergerweg (3x), de Kloosterkoolhof (2x) en de woning Spoordamstraat (1x). In afbeelding 1, 2 en 3 zijn de situaties weergegeven.

Afbeelding 1: Situatie 1



Afbeelding 2: Situatie 2



Afbeelding 3: Situatie 3



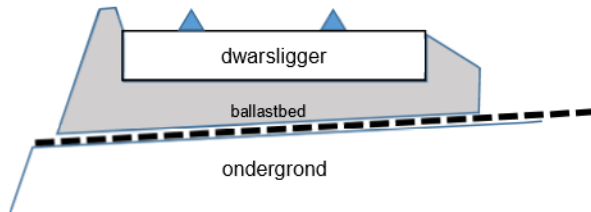
De afstand van de woningen tot het hart dichtstbijzijnde spoor in de projectsituatie is minder dan 19,5 m.

De toename van de trillingssterkte ten gevolge van het project zonder maatregelen bedraagt voor de locaties in de cluster Heerlen maximaal 14%.

Ballastmatten

Maatregel aan de bron 1

Afbeelding 2.4: ballast matten



Omschrijving

Ballastmatten worden toegepast onder de aanwezige ballast van het spoorbed en bestaan uit (in)verend materiaal dat wordt aangebracht onder het ballastbed, eventueel in een betonbak. De ballastmat fungeert op deze wijze als een vering die onderhoud aan de baan en trillingen reduceert.

Eigenschappen

Reductie	5-15 dB (hoogfrequent).
Kosten	De maatregel is bij nieuwbouw van spoor relatief eenvoudig toe te passen
Principe	Enkelvoudig massa-veer systeem.
Toepassing	
Uitvoering	De noodzakelijke ruimte omvat de spoorzone. Maatregel kan alleen toegepast worden wanneer er nieuw ballast gelegd wordt.
Onderhoud	Eenmaal aangelegd onderhoudsvrij.

Afweging:

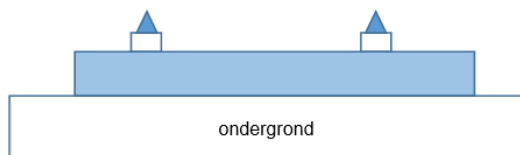
Het principe van ballastmatten is een eerste orde massa veersysteem. Het betreft een afvering op basis van het elastisch inveren van de ballastmatten. Hierdoor ontstaat een relatief hoogfrequente afveerfrequentie.

Het mitigerende effect ontstaat alleen ruim boven de afveerfrequentie. Van goederenvervoer is bekend dat dit relatief laagfrequent trillingen veroorzaakt, op basis van de maaiveldmetingen circa 10 Hz. Dit betekent dat het mitigerend effect niet effectief is voor de laagfrequente trillingen van het goederenvervoer. Om deze reden valt ballastmatten als mitigerende maatregel af.

Slab Track

Maatregel aan de bron 2

Afbeelding 2.5: slab track



Omschrijving

De baan wordt vormgegeven door sporen te bevestigen op zogenaamde 'slab' (fundamentplaten). Hierdoor wordt de baanconstructie verstijfd ten opzichte van traditionele dwarsliggerbevestiging.

Eigenschappen

Reductie	Tot 10 dB.
Kosten	€ 3.000,-- tot € 4.000,-- per meter enkel spoor
Principe	Verbeteren stabiliteit baan en verstijven draagconstructie baan.

Toepassing

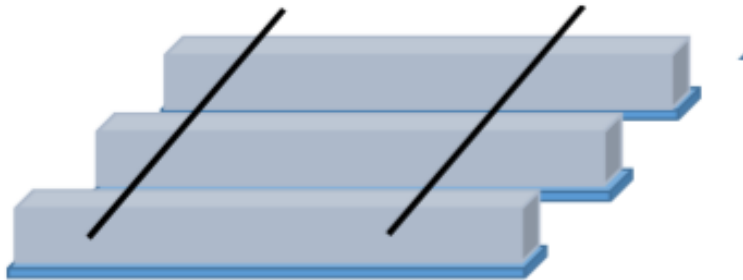
Uitvoering	De noodzakelijke ruimte omvat de spoorzone. Het spoor en de naastgelegen sporen dienen langdurig buitendienst te worden gesteld.
Onderhoud	Er is geen onderhoud nodig.

Afweging:

De slab track is uitvoeringsvorm van een mitigerende maatregel die over de gehele lengte van het tracé dient te worden toegepast. Slab track is niet geschikt als maatregel om lokaal voor mitigatie te zorgen. De overgang van ballastbed naar slabtrack genereert extra trillingen. Hiermee wordt slab track als mitigatie voor een beperkt aantal lokale woningen lokaal niet effectief geacht. Om deze reden valt slab track als mitigerende maatregel af.

Under sleeper pads

Maatregel aan de bron 3



Omschrijving

Under sleeper pads bestaan uit verend materiaal dat aangebracht wordt onder de dwarsliggers. Hierdoor ontstaat een betere verdeling van de kracht over het oppervlak.

Eigenschappen

Reductie	Tot 20 dB (hoogfrequent).
Kosten	€ 750,-- tot € 900,-- per meter enkel spoor
Principe	Enkelvoudig massa-veer systeem.

Toepassing

Uitvoering	De noodzakelijke ruimte omvat de spoorzone. Het spoor en de naastgelegen sporen dienen tijdelijk buitendienst te worden gesteld.
Onderhoud	Er is geen onderhoud nodig.

Afweging:

Het principe van under sleeper pads is een eerste orde massa veersysteem. Het betreft een afvering op basis van het elastisch inveren van de under sleeper pads. Hierdoor ontstaat een relatief hoogfrequente afveer frequentie. Het mitigerende effect ontstaat alleen ruim boven de afveer frequentie. Van goederenvervoer is bekend dat dit relatief laagfrequent trillingen veroorzaakt, op basis van de maaiveldmetingen circa 10 Hz. Dit betekent dat het mitigerend effect niet effectief is voor de laagfrequente trillingen van het goederenvervoer.

Undersleeper pads kunnen alleen geplaatst worden op een recht oppervlakte. Dit betekent dat ze alleen bij kunstwerken geplaatst kunnen worde. De drie woning locaties liggen niet in de nabijheid van een kunstwerk. Vanwege niet uitvoerbaarheid op de drie locaties valt under sleeper pads als mitigerende maatregel af.

Zettingsvrije plaat

Maatregel aan de bron 4



Omschrijving

Onder de constructie van de baan wordt een zettingsvrije betonplaat aangebracht. Deze plaat wordt gefundeerd op palen. Hiermee wordt de baan gestabiliseerd en de constructie verstijfd.

Eigenschappen

Reductie	Tot 15 dB (ook laagfrequent).
Kosten	€ 6.570,-- tot € 8.400,-- per meter enkel spoor.
Principe	Verbeteren stabiliteit baan en verstijven draagconstructie baan.

Toepassing

Uitvoering	De noodzakelijke ruimte omvat de spoorzone. Het spoor en de naastgelegen sporen dienen langdurig buitendienst te worden gesteld.
Onderhoud	Er is geen onderhoud nodig.

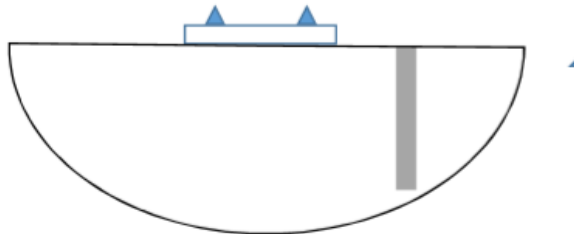
Afweging:

Relatief kostbare en constructief zeer zware maatregel, de maatregel wordt als niet passend (te zwaar) voor de benodigde reductie beoordeeld. Om deze reden valt slab track als mitigerende maatregel af.

OTC betonscherm in bodem

Maatregel in de overdracht

Afbeelding 2.5: OTC



Omschrijving

Maatregel bestaat uit een ondergrondse constructie. Deze zorgt voor een impedantiesprong in de ondergrond.

Eigenschappen

Reductie	Tot 4,4 dB.
Kosten	€ 500,-- tot €1.100,-- per meter lengte en diepte.
Principe	Reflectie.

Toepassing

Uitvoering	Voor bouwactiviteiten die binnen een zone van 11 meter vanaf het hart van het buitenste spoor (spoor op maaiveld) plaats vinden dient een vergunning te worden verkregen (Spoorwegwet). Voor een spoor op talud geldt een afstand van 6 meter uit de teen van het talud. Aanleg is afhankelijk van vergunning. Indien ProRail zelf de bouwactiviteiten uitvoert, is geen vergunning noodzakelijk.
Onderhoud	Er is geen onderhoud nodig.

Afweging:

Op basis van de laagfrequente trillingen wordt een diepte van 8 m gehanteerd voor de OTC. De reductie tot 4,4 dB komt overeen met een reductie van circa 40 %. De reductie is maximaal net achter de OTC, naarmate de afstand tot de OTC toeneemt neemt de reductie af. De reductie is dus afhankelijk van de afstand tot het OTC. De woningen liggen in alle drie de situaties relatief dicht bij het spoor en dicht bij de OTC's. De afstand bedraagt respectievelijk 3, 2 en 7 m tot de OTC's. De OTC's zijn vanwege de korte afstanden tot de woningen relatief effectief. De toename van de trillingssterkte ten gevolge van het project bedraagt voor de locaties in de cluster Heerlen maximaal 14%. De reductie tot 40 % wordt passend geacht voor de situatie met de 6 woningen in Heerlen. De maatregel wordt als uitvoerbaar en qua reductie passend bij de benodigde mitigatie beoordeeld.

De verwachting is dat de gehele toename van de trillingssterkte V_{max} ten gevolge van het project (14%) door de OTC's geheel wordt gemitigeerd.

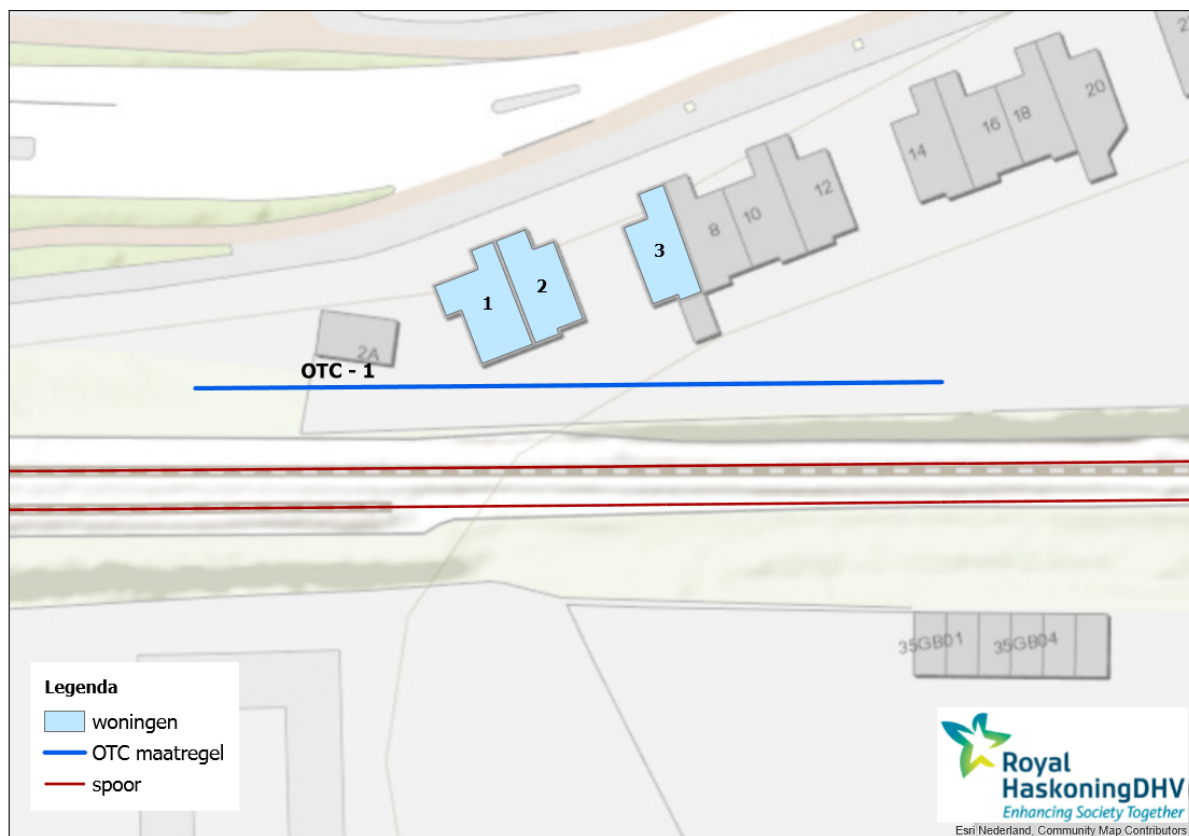
Maatregelen in de overdracht met grotere reducties zoals een beklede OTC of een sleuf met twee keerwanden wordt qua reductie niet passend en nodig geacht voor de specifieke situatie met de benodigde reducties. Maatregelen in de overdracht met een sloot met een beperkte diepte levert naar

verwachting onvoldoende reductie op voor met name de lage frequenties van de passages van het goederenvervoer en is daarom niet effectief.

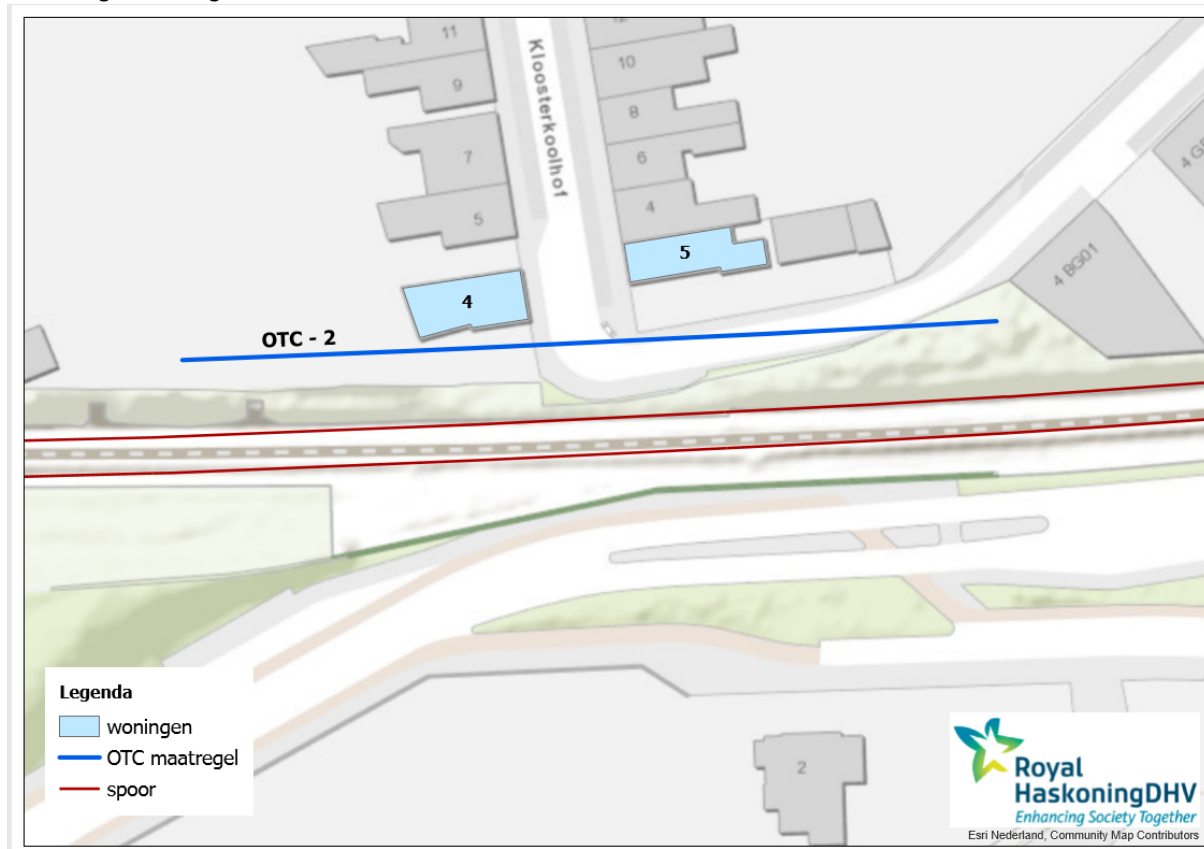
In afbeelding 2.6 t/m 2.8 is de situatie van de drie OTC's weergegeven.

De OTC's kunnen niet binnen de beschikbare ruimte voor het spoor worden geprojecteerd. Dit betekent dat realisatie van de OTC's, voorafgaande aan de uitvoering mogelijk grondverwerving vereist is. Tijdens de realisatie zijn intensieve werkzaamheden dicht bij de bebouwing nodig is. Er zijn dus negatieve effecten voor de bouw en het ruimtebeslag van het project en daardoor ook voor de planning van de uitvoering.

Afbeelding 2.6: weergave situatie OTC-1



Afbeelding 2.7: weergave situatie OTC-2



Afbeelding 2.8: weergave situatie OTC-3



De kosten van de OTC's op basis van de kostenindicatie uit de maatregelen catalogus spoortrillingen van Prorail (500 tot 1100 euro per m) zijn in tabel 2.1 weergegeven.

De in de maatregelencatalogus spoortrillingen genoemde kosten zijn voor het merendeel overgenomen uit gehanteerde literatuur. Het is onvoldoende bekend of dit investeringskosten, bouwkosten, materiaalkosten of kosten zijn inclusief of exclusief BTW. Ook het prijspeil is onduidelijk. Het betreft dus een bonte verzameling van "kosten". Door gebrek aan (gerealiseerde) projecten waarbij één of meerdere genoemde maatregelen zijn toegepast is het, op het moment van uitbrengen van de catalogus, niet mogelijk om betere kosteninformatie te verstrekken. De genoemde kosten kunnen dan ook niet gebruikt worden voor budgetvaststelling, maar zijn indicatief en richtinggevend.

Gezien de ligging op 6 m afstand van de teen van het talud zoals in afbeelding 2.6 t/m 2.8 is de verwachting dat alle drie de OTC's deels op grond van derden liggen. De kosten zijn exclusief kosten voor het verwerven van grond.

Tabel 2.1: kosten OTC's

OTC	Lengte [m]	Diepte [m]	Minimum kosten [euro]	Maximum kosten [euro]	Aantal woningen	Minimum kosten per woning [euro]	Maximum kosten per woning [euro]
OTC-1	83	8	330181	726399	3	110060	242133
OTC-2	96	8	385767	848687	2	192883	424344
OTC-3	66	8	263857	580485	1	263857	580485
totaal	245	--	979805	2155571	6	--	--

De kosten per woning van de OTC's bedragen 110.060 euro tot maximaal 580.485 euro per woning.

In 2014 heeft ProRail in overleg met het ministerie afgesproken, naar analogie van het doelmatigheidscriterium voor geluidmaatregelen, een bedrag van € 47.000,- per woning te nemen als acceptabele kosten voor een maatregel. Op basis van de Acceptabele Kosten-methodiek (AK-methodiek) is dan een doelmatigheidsafweging te maken.

Omdat de voorliggende aanvullende mitigerende maatregelen als bovenwettelijke mitigerende maatregelen worden beschouwd, wordt een doelmatigheidsafweging als zodanig achterwege gelaten. Het is aan het bevoegd gezag om zelf een bestuurlijke afweging op basis van de voorliggende gegevens te maken. Voor deze bestuurlijke afweging door het bevoegd gezag is relevant dat de kosten van de OTC's een factor 2 tot 12 kostbaarder zijn dan de acceptabele kosten per woning (47.000 euro).

Verstijven vloeren en wanden

Maatregel bij de ontvanger 1

Omschrijving

Betreft het verstijven van de constructie van het trillingsbelaste object. Hierdoor vindt minder opslingering plaats waardoor trillingsniveaus in het pand afnemen.

Eigenschappen

Reductie	Tot 20 dB.
Kosten	Zeer afhankelijk van het te verstijven objecten. Richtprijs: € 20.000,-- tot € 80.000,-- per woning
Principe	Verstijven vloer en wanden.

Toepassing

Uitvoering	Woning-afhankelijk.
Onderhoud	Eenmaal uitgevoerd is er geen onderhoud nodig.

Afweging:

De verticale trillingen zijn maatgevend in de voorliggende situatie van het project. Dit betekent dat in ieder geval de vloeren verstijft dienen te worden van de woningen om trillingen te mitigeren. Dit betekent dat deze maatregel alleen effectief is als er relatief lichte vloerconstructies in de woningen zitten. Op basis van de bouwjaar gegevens in het BAG en visuele waarnemingen aan de buitenzijde van de woningen is het helder dat niet alle woningen in deze groep van 6 woningen lichte vloerconstructies hebben. Als een woning al een stijve betonvloer heeft is het verstijven van de vloeren niet effectief als maatregel. Hiermee is het verstijven van de vloeren niet effectief als maatregel voor alle 6 de woningen. Om deze reden valt verstijven vloeren en wanden als mitigerende maatregel af.

Fundering op trillingsisolatie

Maatregel bij de ontvanger 2

Afbeelding 2.5: OTC



Omschrijving

Gebouwen worden op trillingsisolatoren geplaatst.

Eigenschappen

Reductie Tot 20 dB.

Kosten Zeer afhankelijk van het te beschermen object.

Richtprijs: € 10.000,-- tot > € 100.000,-- per woning In geval van nieuwbouw zijn de kosten veel beperkter. Principe Enkelvoudig massa-veer systeem.

Toepassing

Uitvoering Woning-afhankelijk.

Onderhoud Niet van toepassing.

Afweging

Voor een uitvoering aan bestaande woningen is noodzakelijk dat deze woningen afzonderlijk zijn gefundeerd. Voor alle drie de locaties van de woningen geldt dat de woningen met andere woningen zijn verbonden. In dat geval is een fundering op trillingsisolatie technisch niet uitvoerbaar. Om deze reden valt fundering op trillingsisolatie als mitigerende maatregel af.