

PHS METEREN - BOXTEL

MER deelrapport - Trillingen (MB21404-01)

15 DECEMBER 2017

VERSIE: 2.0

DEFINITIEF



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Studiegebied spoor	5
1.1.1	Trillingen spoor tijdelijke situatie	5
1.2	Plangebied	6
1.3	Doel	7
1.4	Leeswijzer	7
2	BESCHRIJVING PLANSITUATIE	8
2.1	Deelgebied 1: Zuidwestboog Meteren	8
2.2	Deelgebied 2: Meteren - 's-Hertogenbosch	9
2.3	Deelgebied 3: 's-Hertogenbosch – Vught	9
2.4	Deelgebied 4: Vught – Boxtel	11
2.5	Uitgangspunten	11
3	WETGEVING EN METHODIEK TRILLINGSONDERZOEK	15
3.1	Wetgeving en beleidskader	15
3.2	Methodiek	17
3.3	Beoordelingskader Trillingen	18
4	EFFECTBEPALING	20
4.1	Huidige situatie	20
4.1.1	Effecten deelgebied 1 - Boog Meteren	20
4.1.2	Effecten deelgebied 2 - Meteren - 's-Hertogenbosch	22
4.1.3	Effecten deelgebied 3 - 's-Hertogenbosch - Vught	24
4.1.4	Effecten deelgebied 4 - Vught – Boxtel	26
4.2	Referentiesituatie en Plansituatie	28
4.2.1	Effecten deelgebied 1 - Boog Meteren	28
4.2.2	Effecten deelgebied 2 - Meteren – 's-Hertogenbosch	31
4.2.3	Effecten deelgebied 3 - 's-Hertogenbosch – Vught	36
4.2.4	Effecten deelgebied 4 - Vught – Boxtel	38
4.3	Tijdelijke effecten	44

4.3.1	Effecten deelgebied 3	44
5	MITIGERENDE MAATREGELEN	47
5.1	Deelgebied 1 - Zuidwestboog Meteren	47
5.2	Deelgebied 2 - Meteren - 's Hertogenbosch	47
5.3	Deelgebied 3 - 's -Hertogenbosch – Vught	48
5.4	Deelgebied 4 - Vught – Boxtel	48
6	SAMENVATTENDE EFFECTBEOORDELING TRILLINGEN	49
7	LEEMTEN IN KENNIS/INFORMATIE EN AANZET TOT MONITORING	50
7.1	Leemte in kennis en informatie	50
7.2	Aanzet tot monitoring	50

1 INLEIDING

Voorliggend document beschrijft de resultaten van het deelonderzoek Trillingen ten behoeve van het Milieueffectrapport (hierna: MER) Programma Hoogfrequent Spoorvervoer Meteren – Boxtel. Het project PHS Meteren - Boxtel is onderdeel van het Programma Hoogfrequent Spoorvervoer (PHS). Doel van PHS is om op de drukste trajecten van het landelijk spoornetwerk te komen tot hoogfrequent spoorvervoer en een toekomstvaste routing van het goederenvervoer met zo intensief mogelijk gebruik van de Betuweroute. Uitgangspunt van PHS is dat op de drukste trajecten reizigers uiterlijk in 2028 elke 10 minuten moeten kunnen opstappen op een intercity of een sprinter.

In het project PHS Meteren – Boxtel wordt daartoe een 4e spoor tussen 's-Hertogenbosch en Vught aansluiting inclusief een vrije kruising ter plaatse van Vught aansluiting gerealiseerd. Tevens wordt een verbindingsboog tussen de Betuweroute en de spoorlijn Utrecht – 's-Hertogenbosch bij Meteren gerealiseerd. De verbindingsboog veroorzaakt een toename van het aantal goederentreinen tussen Meteren en Boxtel.

In dit document zijn de effecten van de voorkeursvarianten beschreven.

1.1 Studiegebied spoor

Het studiegebied omvat het gebied waar de milieueffecten onderzocht worden als gevolg van de uitbreidingen van de spoorweginfra. Concreet zijn dit de effecten op de Betuweroute nabij Meteren en de effecten op het spoorwegtracé tussen Meteren en Boxtel. In Boxtel wordt het studiegebied bepaald door het gewijzigde spoorgebruik van de goederentreinen.

Het studiegebied omvat de volgende tracéaanduiding:

- Betuweroute: tussen km 44.0 en 47.0
- Spoor Utrecht – Eindhoven: tussen km 28.5 en km 43.5

Het studiegebied is opgedeeld in vier deelgebieden, te weten:

1. Zuidwestboog Meteren (aansluiting Betuweroute tot circa km 32.000, eerste plangebied);
2. Meteren - 's-Hertogenbosch (van circa km 32.000 t/m km 48.500);
3. 's-Hertogenbosch - Vught (van circa km 48.500 t/m km 55.000, tweede plangebied)
4. Vught – Boxtel (van circa km 55.000 t/m km 43.500 (spoor Boxtel-Eindhoven)).

Deze deelgebieden zijn weergegeven in afbeelding 1.1 (rood omlijnd met onderbroken strepen als begrenzen van de onderlinge deelgebieden).

De Betuweroute is voor trillingen niet in het studiegebied opgenomen, daar deze op dit traject zo ver (meer dan 200 m) uit de sporen is gelegen, dat de trillingen veroorzaakt door spoorverkeer in de bebouwing niet voelbaar meer zijn.

De omvang van het studiegebied is afhankelijk van de te verwachten effecten en kan derhalve per milieuaspect verschillen. Het studiegebied is voor de aspecten trillingen gereduceerd naar een zone van 100 meter aan weerszijden van het spoortracé. De begrenzing van de onderzoekzone is gebaseerd op 'expert judgement' en is tijdens het onderzoek gevalideerd.

1.1.1 Trillingen spoor tijdelijke situatie

Het studiegebied voor trillingen voor de tijdelijke situatie betreft het gebied waar als gevolg van de bouw van de bakconstructie/verdiepte ligging in Vught een tijdelijk spoor wordt aangelegd. Volgens variant V3 wordt het spoor in een verdiepte bakconstructie aangelegd van kilometer 50,77 tot 52,97 (circa 2,2 km lengte). De tijdelijke sporen die nodig zijn om het treinverkeer tijdens de realisatie doorgang te laten vinden, worden aangelegd ten westen van het huidige spoor in Vught. Naar verwachting is het tijdelijk spoor ongeveer 3 tot 3,5 jaar in gebruik, tussen 2020 en 2025.

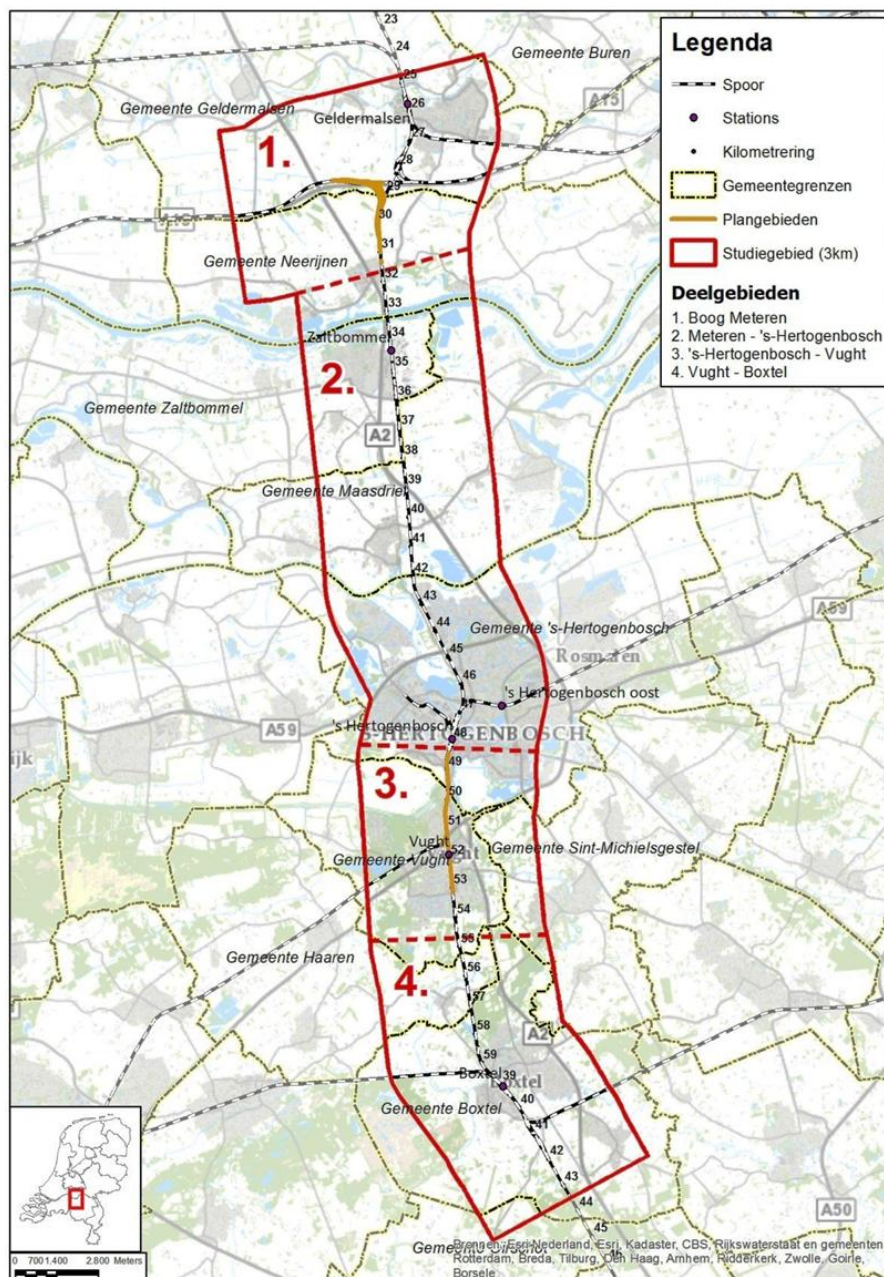
Voor de wijziging/aanleg van de nieuwe sporen in Meteren is het niet nodig tijdelijke sporen aan te leggen. Als studiegebied voor de tijdelijke situatie wordt het gebied gehanteerd ter plaatse van het tijdelijke spoor in Vught met een zone van 100 m aan weerszijden van het tijdelijke spoortracé.

1.2 Plangebied

De plangebieden voor het project PHS Meteren - Boxtel betreffen de twee locaties waar een fysieke ingreep in de spoorweginfrastructuur wordt uitgevoerd, namelijk:

- de zuidwestboog bij Meteren; en
- de viersporigheid tussen 's-Hertogenbosch en Vught aansluiting, en de vrije kruising bij Vught, inclusief een verdiepte ligging van het spoor door Vught.

De omvang van de plangebieden wordt bepaald door de ruimte die nodig is om de verbindingsboog bij Meteren, de uitbreiding van het spoor tussen 's-Hertogenbosch en Vught en de verdiepte ligging in Vught te realiseren. De plangebieden zijn ook weergegeven in afbeelding 1.1 (zie volgende pagina) met een oranje lijn.



Afbeelding 1.1: Studiegebied Meteren - Boxtel: Plangebieden en deelgebieden

1.3 Doel

Doel van deze rapportage is om langs het gehele tracé Meteren-Boxtel de effecten van trillingen, veroorzaakt door de aangegeven spoorveranderingen, in gebouwen rond het spoortracé voor de plansituatie te analyseren en te beoordelen. Wijzigingen aan de onderliggende weginfrastructuur (zoals de N65) zijn voor wat betreft trillingen niet relevant.

1.4 Leeswijzer

In het voorliggende onderzoek wordt de invloed van spoorveranderingen met betrekking tot spoortrillingen voor het gehele plangebied beschreven. In hoofdstuk 2 is een beschrijving van de toekomstige situatie per deelgebied weergegeven en zijn de geplande wijzigingen nader toegelicht. In hoofdstuk 3 is de vigerende wetgeving voor het aspect trillingen weergegeven en is ingegaan op de gehanteerde methodiek (aanpak/werkwijze onderzoek) voor het bepalen van de trillingseffecten. In hoofdstuk 4 is een beschrijving van de trillingseffecten voor de huidige situatie en autonome ontwikkeling weergegeven, alsmede de trillingseffecten van de plan situatie en ten opzichte van de referentiesituatie (=autonome ontwikkeling). Hoofdstuk 5 beschrijft mitigerende maatregelen per gebied. In hoofdstuk 6 zijn de effectscores van de beschouwde variant weergegeven. In hoofdstuk 7 zijn de leemten in kennis opgenomen.

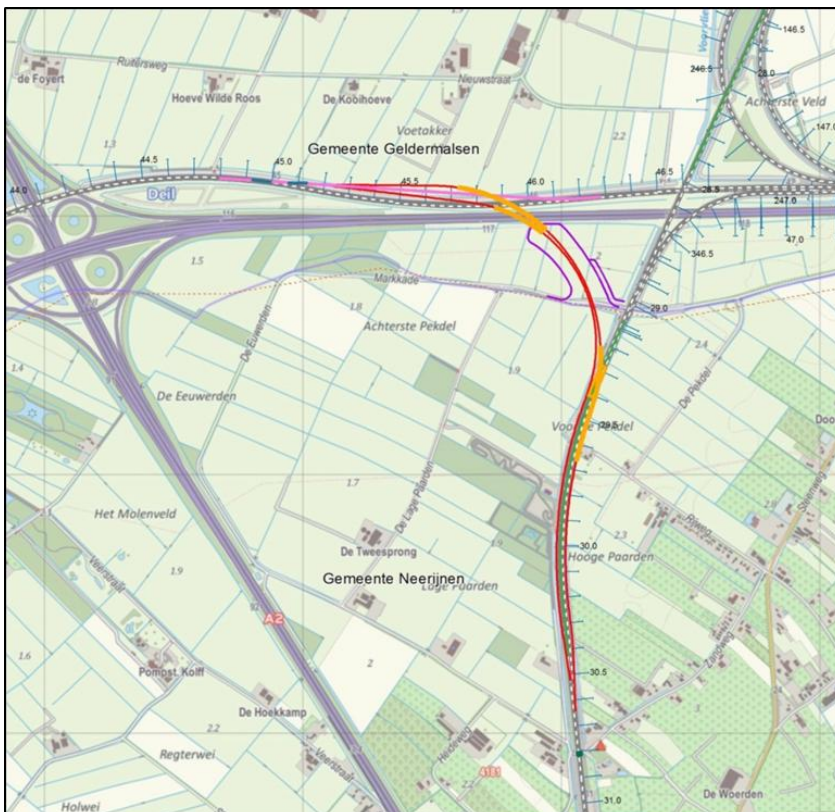
2 BESCHRIJVING PLANSITUATIE

In dit hoofdstuk wordt per deelgebied een toelichting op de situatie na uitvoering van het voornemen gegeven. Voor de gehanteerde uitgangspunten van de (trillingen) berekeningen die voor het MER zijn uitgevoerd, wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport dat is opgesteld voor het OTB, zie “Achtergrondrapportage Trillingen - deel 1: Uitgangspunten inclusief metingen, 16 februari 2017, kenmerk 079204264-A, Arcadis. Hierin zijn echter alleen de uitgangspunten voor de huidige situatie en plansituatie beschreven.. In paragraaf 2.5 zijn aanvullende uitgangspunten weergegeven die niet zijn opgenomen in de OTB rapportage “Achtergrondrapportage Trillingen - deel 1: Uitgangspunten inclusief metingen”. Het betreft gegevens ten aanzien van de autonome ontwikkeling.

2.1 Deelgebied 1: Zuidwestboog Meteren

De aanleg van deze nieuwe verbindingsboog heeft een toename van het goederenverkeer tussen Meteren en Boxtel tot gevolg.

Op 17 juni 2014 heeft de staatssecretaris van IenM besloten om voor het tracédeel zuidwestboog Meteren variant V2 Hoog nader uit te werken en te onderzoeken in het op te stellen MER en OTB. In dit ontwerp wordt de boog gerealiseerd door middel van fly-overs. Het buitenste spoor van de boog kruist door middel van twee fly-overs de Betuweroute, rijksweg A15 en de spoorlijn Utrecht – 's-Hertogenbosch. Op de plaatsen tussen de fly-overs, waar geen infrastructuur wordt gekruist, wordt de boog op hoogte gehouden door middel van zandlichamen. De binnenboog kruist de rijksweg A15 met behulp van één fly-over. Om de aansluiting mogelijk te maken dient, naast de aanleg van de nieuwe verbindingsbogen, de Betuweroute ter plaatse van de aansluiting over een lengte van circa 1.200 m (ca. km 45.0 - 46.2) in noordelijke richting verlegd te worden. In onderstaande afbeelding zijn de wijzigingen weergegeven.



Afbeelding 2.1: Situatieschets Zuidwestboog Meteren

Bij het bepalen van de trillingseffecten is de volgende tekeningenset gebruikt: Situatie Zuidwestboog Meteren, Variant V2 Hoog, Betuweroute bij knooppunt Deil, D012021.000175, MB2131-505-01 t/m MB2131-505-06, G, 02-08-2017

2.2 Deelgebied 2: Meteren - 's-Hertogenbosch

Op het traject binnen deelgebied 2 tussen Meteren en station 's-Hertogenbosch (van circa km 32.000 t/m km 48.500) worden geen fysieke wijzigingen aan de sporen doorgevoerd. Wel zal er als gevolg van de aanleg van de verbindingsboog voorliggend project op dit trajectdeel een intensiteitstoename van het goederenverkeer plaatsvinden. In dit deelgebied worden wel ingrepen verwacht in de omgeving van het spoor in de vorm van mitigerende en/of compenserende maatregelen.

2.3 Deelgebied 3: 's-Hertogenbosch – Vught

Voor deelgebied 3 is door de staatssecretaris van IenM op 17 juni 2014 besloten om de variant V3 nader uit te werken in een MER en een OTB. Het voornemen bevat de volgende onderdelen:

1. Van drie naar vier sporen tussen 's-Hertogenbosch en aansluiting Vught en het realiseren van een ongelijkvloerse kruising op de aansluiting Vught, zodat treinen niet langer op elkaar hoeven te wachten;
2. Met het oog op een vermindering van de omgevingseffecten wordt sporen van en naar Eindhoven tussen de N65 en de Molenstraat verdiept aangelegd.

De verdiepte ligging heeft een lengte van circa 1.610 meter¹. Het verdiept gelegen spoor ligt 2 tot 5 meter oostelijker van de huidige spoorbaan. Het verdiept liggende spoor wordt zodanig ontworpen dat het profiel van de wegen op maaiveld blijft, zoals in de huidige situatie ook het geval is. De bovenkant van de verdiepte ligging is hierdoor gelijk aan de huidige hoogte van het spoor. Voor de bouw van de verdiepte ligging worden over een lengte van 3,3 km tijdelijke sporen aangelegd aan de westzijde van de huidige spoorbaan. In afbeelding 2.2 is dit gevisualiseerd.

De overweg Loonsebaan wordt vervangen door een onderdoorgang voor langzaam verkeer (fietsers, voetgangers). De overweg Wolfskamerweg/Laagstraat wordt een onderdoorgang voor autoverkeer. De overige kruisingen met het spoor blijven gehandhaafd, maar veranderen van overwegen naar ongelijkvloerse kruisingen (dek over de verdiepte ligging).

In Vught-Noord neemt het totale ruimtebeslag van het spoor toe. Dit komt door de aanleg van een vierde spoor ten oosten van de bestaande sporenbundel en een vrije spoorkruising. Ten noorden van de N65 is de verbreding van de sporenbundel het grootst en bedraagt circa 14 meter. Over de lengte van de verdiepte ligging blijft het spoor op vrijwel dezelfde locatie als het bestaande spoor, met een verschuiving van 3 meter in oostelijke richting.

N65

In de huidige situatie kruist de N65 door middel van een onderdoorgang het op maaiveld liggende spoor. Binnen PHS Meteren-Boxtel worden de sporen 's-Hertogenbosch – Eindhoven verdiept aangelegd in Vught en de N65 juist op maaiveld: de ongelijkvloerse kruising wordt 'omgekeerd'. Omdat deze omkering een direct gevolg is van PHS Meteren-Boxtel, behoren de wijzigingen aan de N65 ook tot de scope van PHS Meteren-Boxtel. Het plangebied voor de N65 loopt grofweg vanaf de kruising met de Randweg (km 3.0) nabij tot de kruising van de N65 met de Helvoirtseweg en J.F. Kennedylaan (km 4.18).

¹ Dit is de lengte van het diepliggende deel van de verdiepte ligging tussen de kruising met het spoor vanuit Tilburg en de kruising met de Molenstraat (dus exclusief toeritten).



Afbeelding 2.2: Verdiepte ligging in Vught

Plansituatie

Voor het trillingsonderzoek is het ontwerp van de nieuwe boog bij Meteren (variant V2 Hoog) en de gewijzigde situatie in Vught gehanteerd. Aan deze tekening is de spoorligging en het aantal bestaande en nieuwe sporen ontleend ter hoogte van de locaties waar de sporen fysiek worden gewijzigd in Meteren en Vught. Voor het ontwerp van de sporen is de volgende tekeningenset gebruikt: Situatie, Variant V3, D01021.000175, MB2131.105.29 t/m MB2131.105.38 en MB3131.105.52, F, 31-03-2017

Te amoveren panden

In Vught is de ruimte tussen de bestaande bebouwing en de sporen beperkt. Als gevolg van de aanleg van de verdiepte ligging van het spoor in Vught zijn er enkele panden die geamoveerd moeten worden. In tabel 2.1 zijn de te amoveren panden weergegeven.

Tabel 2.1 Te amoveren panden in de gemeente Vught als gevolg van de aanleg

Adres	Functie	Aantal	Ter hoogte km	Spoorzijde
De Ring 11 t/m 37	Kantoor	14	52,83-52,92	Oost
Kempelandstraat 1	Kantoor/kinderdagverblijf	1	53,20	West

De te amoveren panden worden in de afweging voor trilling dempende maatregelen buiten beschouwing gelaten.

Bouwperiode

De bouw van de verdiepte ligging duurt 4 jaar en 9 maanden. Kenmerkend voor de bouwperiode is het gebruik van een tijdelijk spoor en een tijdelijk station door Vught langs het traject 's-Hertogenbosch – Eindhoven. Over een lengte van 3,3 km worden twee tijdelijke sporen aangelegd aan de westzijde van de huidige spoorbaan. Het tijdelijk spoor voorkomt een meerjarige buitendienststelling van het spoor tussen 's-Hertogenbosch en Boxtel. Het tijdelijke spoor zal circa 3 – 3,5 jaar in gebruik zijn. In afbeelding 2.2 zijn de aanpassingen aan het spoor in de omgeving van Vught weergegeven.

Door de aanleg van de open bakconstructie en het gebruik van het tijdelijke spoor zijn er een aantal panden, die tijdelijk niet bewoond kunnen worden. De panden liggen veelal dicht op de bak en het in te richten bouwterrein naast de bak of zijn zeer dicht bij het tijdelijke spoor (westzijde bestaande spoor) gesitueerd. Hierdoor zal in de uitvoeringsfase van het project te Vught toegang tot deze woningen niet meer via de openbare weg mogelijk zijn.

Na de bouw en in gebruik name van het spoor worden de panden weer verkocht en kunnen daarna weer bewoond worden. De tijdelijk buiten gebruik te stellen gebouwen/adressen zijn weergegeven zijn weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tijdens de bouw buiten gebruik te stellen panden in de gemeente Vught als gevolg van de aanleg

Adres	Functie	Aantal	Ter hoogte van km	Spoorzijde
Aert Heymlaan 12, 14,16,18,20,22,24	Woning	7	51,48-51,57	West
Aert Heymlaan 26	Woning	1	51,42	Oost
Spoorlaan 8, 9, 10, 11,12,13,14,15,16, 17,18,19	Woning	12	52,17-52,64	Oost
Stationsstraat 1a	Overig/Trafohuis	1	51,62	Oost
Stationsstraat 30	Kantoor/stationsgebouw	1	51,84	Oost
Van Miertstraat 1,2,3,4, 4a,4b,5,5a,6,7	Woning	10	51,65-51,80	West
Van Miertstraat 2a	Kantoor/ verenigingsgebouw	1	51,68	West

Deze panden worden in de beoordeling van maatregelen voor de tijdelijke situatie buiten beschouwing gelaten, omdat deze tijdens de bouw niet bewoond worden.

2.4 Deelgebied 4: Vught – Boxtel

Op het traject binnen deelgebied 4 tussen Vught en Boxtel (van circa km 55.000 t/m km 43.500 (spoor Boxtel - Eindhoven) worden geen fysieke wijzigingen aan de sporen doorgevoerd. Wel zal er als gevolg van voorliggend project op dit trajectdeel een intensiteitstoename van het goederenverkeer plaatsvinden en een verandering in het sporengebruik tussen aansluiting in Boxtel richting Tilburg/'s-Hertogenbosch en de vrije kruising Liempde.

2.5 Uitgangspunten

De aanpassingen aan de spoorligging in het studiegebied zijn weergegeven in de paragrafen 2.1 t/m 2.3. Op de trajectdelen waar geen fysieke ingreep plaatsvindt, tussen grofweg Waardenburg (km 31.0) en station 's-Hertogenbosch (km 48.5), en tussen Vught (km 53.0) en Boxtel (km 40.5) worden de sporen (fysiek) niet aangepast.

Voor deze gebieden is in de projectsituatie, net als in de referentiesituatie, de Basisbeheerkaart (BBK) uit 2011 gehanteerd. De Basisbeheerkaart van ProRail is de topografische kaart van het spoor en zijn directe omgeving. Aan deze kaart is de spoorligging en het aantal sporen ontleend.

De treinintensiteiten in de huidige situatie (2015), de referentiesituatie en de plansituatie zijn weergegeven in tabel 2.3 t/m tabel 2.5. De uitgangspunten ten aanzien van prognoses voor aantallen reizigers- en goederentreinen hebben betrekking op werkdagen. Echter is in tegenstelling tot de prognoses voor geluid is voor trillingen gerekend met weekdag gemiddelden. Hiertoe is de prognose van de verwachte aantallen treinen op jaarbasis gedeeld door 365. De onderstaande tabellen wijken om die reden af van het MER deelrapport geluid.

De uitgangspunten voor wat betreft de brongegevens (rijnsnelheid, spoorgebruik, bovenbouw, et cetera) zijn overgenomen van de huidige situatie. Voor nadere details wordt verwezen naar het OTB rapport "PHS Meteren-Boxtel, Achtergrondrapportage Trillingen - deel 1: Uitgangspunten inclusief metingen", Arcadis.

Tabel 2.3 Intensiteiten huidige situatie (weekdag gemiddelden, 2015)

Trajectdeel	Treinsoort	Totaal aantal treinen per etmaal (aantal)
Meteren BR aansl. noord Mbtwan) - Meteren BR aansl. zuid (Mbtwaz)	Goederentreinen	11
	Reizigerstreinen	192
Zuidoost boog Meteren	Goederentreinen	n.v.t.
	Reizigerstreinen	n.v.t.
Zuidoost boog Meteren - Meteren-Betuweroute aansluiting zuid (Mbtwaz)	Goederentreinen	11
	Reizigerstreinen	191
Meteren-BR aansl. zuid (Mbtwaz) - 's-Hertogenbosch Diezebrug aansl. (Htda)	Goederentreinen	11
	Reizigerstreinen	191
's-Hertogenbosch Diezebrug aansl. (Htda) - 's-Hertogenbosch station (Ht)	Goederentreinen	14
	Reizigerstreinen	326
's-Hertogenbosch station (Ht) - Vught (Vga)	Goederentreinen	14
	Reizigerstreinen	342
Vught (Vga) - Boxtel (Btl)	Goederentreinen	7
	Reizigerstreinen	202
Boxtel (Btl) - Liempde (Lpe) *	Goederentreinen	44 (7 's-Hertogenbosch en 37 Tilburg)
	Reizigerstreinen	341 (202 's-Hertogenbosch en 139 Tilburg)

* Aantallen tussen haakjes: de verdeling van het aantal treinen tussen de sporen richting 's-Hertogenbosch en de sporen richting Tilburg

Tabel 2.4 Intensiteiten referentiesituatie / autonome ontwikkeling (weekdag gemiddelden, 2040)

Trajectdeel	Treinsoort	Totaal aantal treinen per etmaal (aantal)
Meteren BR aansl. noord Mbtwan) - Meteren BR aansl. zuid (Mbtwaz)	Goederentreinen	9
	Reizigerstreinen	296
Zuidoost boog Meteren	Goederentreinen	0
	Reizigerstreinen	0
Zuidoost boog Meteren - Meteren-Betuweroute aansluiting zuid (Mbtwaz)	Goederentreinen	9
	Reizigerstreinen	296
Meteren-BR aansl. zuid (Mbtwaz) - 's-Hertogenbosch Diezebrug aansl. (Htda)	Goederentreinen	12
	Reizigerstreinen	296
's-Hertogenbosch Diezebrug aansl. (Htda) - 's-Hertogenbosch station (Ht)	Goederentreinen	18
	Reizigerstreinen	296
's-Hertogenbosch station (Ht) - Vught (Vga)	Goederentreinen	18
	Reizigerstreinen	296
Vught (Vga) - Boxtel (Btl)	Goederentreinen	5
	Reizigerstreinen	296
Boxtel (Btl) - Liempde (Lpe) *	Goederentreinen	62 (5 's-Hertogenbosch en 57 Tilburg)
	Reizigerstreinen	443 (296 's-Hertogenbosch en 147 Tilburg)

* Aantallen tussen haakjes: de verdeling van het aantal treinen tussen de sporen richting 's-Hertogenbosch en de sporen richting Tilburg

Tabel 2.5 Intensiteiten plan situatie (weekdag gemiddelden 2040)

Trajectdeel	Treinsoort	Totaal aantal treinen per etmaal (aantal)
Meteren BR aansl. noord Mbtwan) - Meteren BR aansl. zuid (Mbtwaz)	Goederentreinen	9
	Reizigerstreinen	296
Zuidoost boog Meteren	Goederentreinen	8
	Reizigerstreinen	0
Zuidwest boog Meteren	Goederentreinen	35
	Reizigerstreinen	0
Zuidoost boog Meteren - Meteren-Betuweroute aansluiting zuid (Mbtwaz)	Goederentreinen	11
	Reizigerstreinen	191
Meteren-BR aansl. zuid (Mbtwaz) - 's-Hertogenbosch Diezebrug aansl. (Htda)	Goederentreinen	47
	Reizigerstreinen	296
's-Hertogenbosch Diezebrug aansl. (Htda) - 's-Hertogenbosch station (Ht)	Goederentreinen	60
	Reizigerstreinen	443
's-Hertogenbosch station (Ht) - Vught (Vga)	Goederentreinen	53
	Reizigerstreinen	443
Vught (Vga) - Boxtel (Btl)	Goederentreinen	40
	Reizigerstreinen	296
Boxtel (Btl) - Liempde (Lpe) *	Goederentreinen	62 (40 's-Hertogenbosch en 22 Tilburg)
	Reizigerstreinen	517 (296 's-Hertogenbosch en 221 Tilburg)

* Aantallen tussen haakjes: de verdeling van het aantal treinen tussen de sporen richting 's-Hertogenbosch en de sporen richting Tilburg

De treinintensiteit van de Betuweroute is niet in de voorgaande tabellen opgenomen. De bebouwing in dit deel is door de grote afstand (> 200 m) tussen bebouwing niet als trillingsgevoelig beoordeeld. Op een dergelijke afstand is de trilling door de dempende werking van de ondergrond en de ruimtelijke spreiding zodanig verzwakt dat deze geen overschrijding oplevert ter plaatse van de bebouwing. Hierdoor zijn de treinintensiteiten voor het voorliggend trillingenonderzoek niet relevant op deze locatie.

De aantakkeende sporen op het traject zoals de sporen 's-Hertogenbosch-Nijmegen en Tilburg-Boxtel zijn niet in voorliggende rapportage onderzocht, wel is bepaald dat voor de bebouwing nabij de beide aantakkingen geen maatregelafweging conform de Bts benodigd is voor de plan situatie.

Op het traject tussen Meteren en Boxtel is de netverklaring voor het gemengde net van toepassing. ProRail maakt jaarlijks een netverklaring. Voor het traject tussen Meteren en Boxtel is volgens de netverklaring voor goederentreinen een maximale rijnsnelheid van 100 km/uur toegestaan bij een beladingsklasse D4.

Uitzondering hierop zijn station 's-Hertogenbosch (snelheid voor realisatie van het Tracébesluit Sporen in Den Bosch (SiDB) afhankelijk van het spoor 40 km/uur of 60 km/uur, snelheid na realisatie van Tracébesluit SiDB 80 km/uur), station Boxtel (verschilt per spoor tussen, 80 km/uur en 100 km/uur) en de locaties waar wissels worden doorreden zoals bij de aansluiting van de zuidwestboog bij Meteren (80 km/uur). Voor reizigerstreinen blijft de baanvaksnelheid ongewijzigd.

ProRail zorgt ervoor dat er binnen de dienstregeling van de passagierstreinen ruimte voor goederentreinen wordt gereserveerd. Dit worden goederenpaden genoemd. Voor de 'goederenpaden' wordt voor de goederentreinen uitgegaan van een gemiddelde rijnsnelheid, de zogeheten inlegsnelheid. Deze inlegsnelheid op dit traject bedraagt 95 km/uur voor goederentreinen.

In de huidige situatie en de situatie na autonome groei wordt ter plaatse van Vught aansluiting een gemiddelde rijnsnelheid aangehouden van 80 km/uur. Omdat is gebleken dat ter plaatse van Vught aansluiting de verhoging van de inlegsnelheid voor goederentreinen uit 2014 in de praktijk nog niet wordt behaald, is dit in de referentiesituatie aangehouden. Voor de inlegsnelheid in de plansituatie, welke als indirect gevolg van de wijzigingen aan het spoor na realisatie van de plansituatie zal stijgen, is de huidige snelheid van 95 km/uur gehanteerd.

3 WETGEVING EN METHODIEK TRILLINGSONDERZOEK

3.1 Wetgeving en beleidskader

In deze paragraaf is de wetgeving en het beleidskader aangegeven dat van toepassing is op het onderzoek. Ook is het gekozen beoordelingskader beschreven.

Algemeen

Trein- en wegverkeer kan leiden tot trillingen in gebouwen. Deze trillingen kunnen weer leiden tot hinder voor personen in deze gebouwen of schade² aan deze gebouwen. Voor het beoordelen van trillingen is geen wetgeving beschikbaar. Ter toetsing van de trillingshinder zijn de volgende documenten beschikbaar:

- Beleidsregel Trillingshinder spoor 2014;
- SBR-richtlijn Trillingen deel B Hinder voor personen in gebouwen;
- Methodiek MER DSSU.

In 2012 heeft de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu vooruitlopend op toekomstige wetgeving een Beleidsregel trillinghinder spoor (Bts) voor Tracébesluiten opgesteld. In 2014 is deze beleidsregel herzien. Voor het beoordelen van hinderbeleving door verkeer wordt gebruik gemaakt van de Stichting Bouw Research (SBR) meet- en beoordelingsrichtlijn deel B "Hinder voor personen in gebouwen". De Bts vult de SBR-B-richtlijn aan en vormt als zodanig de richtlijn voor de toetsing van het project PHS Meteren-Boxtel.

Daarnaast is aanvullend op de richtlijn en de beleidsregel, ten behoeve van het Trillingsonderzoek MER Doorstroomstation Utrecht (DSSU)³, een methodiek opgezet om op basis van de trillingssterkte een inschatting te maken van het aantal gehinderden. Voor de toetsing van het project PHS Meteren-Boxtel is bij de bepaling van de trillingseffecten de methodiek uit het MER DSSU gevolgd, aangevuld met de SBR-richtlijn trillingen.

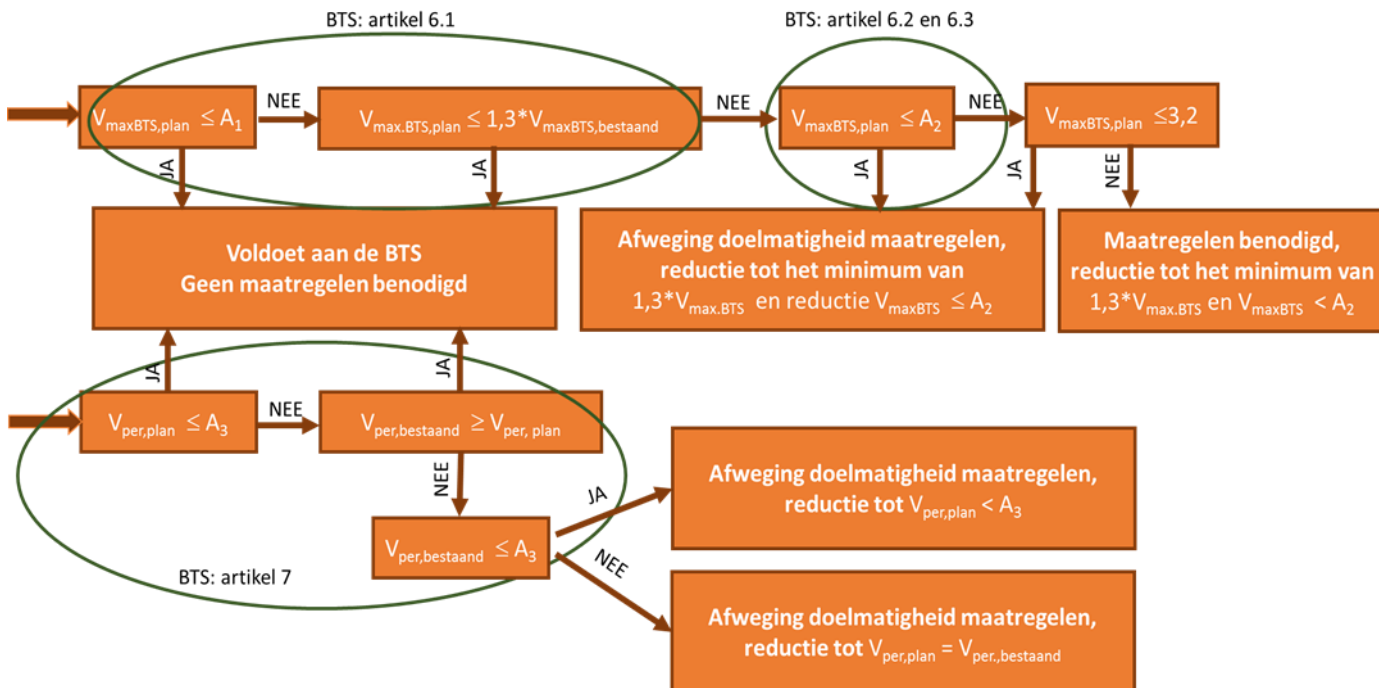
Toelichting Bts

De Bts geeft een methode voor het toetsen van trillingen veroorzaakt door railverkeer. De toetsing van de trillingen gebeurt op basis van de trillingssterkte (V_{max}) en een gemiddelde hiervan over de tijd (V_{per}). Deze waarden worden getoetst aan de streef- en grenswaarden A_1 , A_2 en A_3 uit de Bts.

Indien zowel aan de streefwaarde van V_{max} als aan de grenswaarde van V_{per} wordt voldaan hoeft er geen maatregel te worden afgewogen. Voor alle overige situaties moet er afgewogen worden of het toepassen van maatregelen doelmatig is, met dien verstande dat als V_{max} met minder dan een factor 1,3 toeneemt er geen maatregelen hoeven te worden afgewogen en met dien verstande dat als V_{max} meer dan 3,2 bedraagt, maatregelen in alle gevallen toegepast dienen te worden. Navolgend is dit in afbeelding 3.1 schematisch weergegeven.

² Mogelijke schade aan gebouwen als gevolg van aanlegwerkzaamheden wordt in een latere fase getoetst en komt in dit rapport nog niet aan de orde.

³ Trillingsonderzoek MER Doorstroomstation Utrecht (DSSU), kenmerk OND-ET-CON-TR-RAP-100, 10 november 2014, Movares



Afbeelding 3.1: Stroomschema toetsing Bts 2014

SBR-richtlijn trillingen deel B (hinder voor personen)

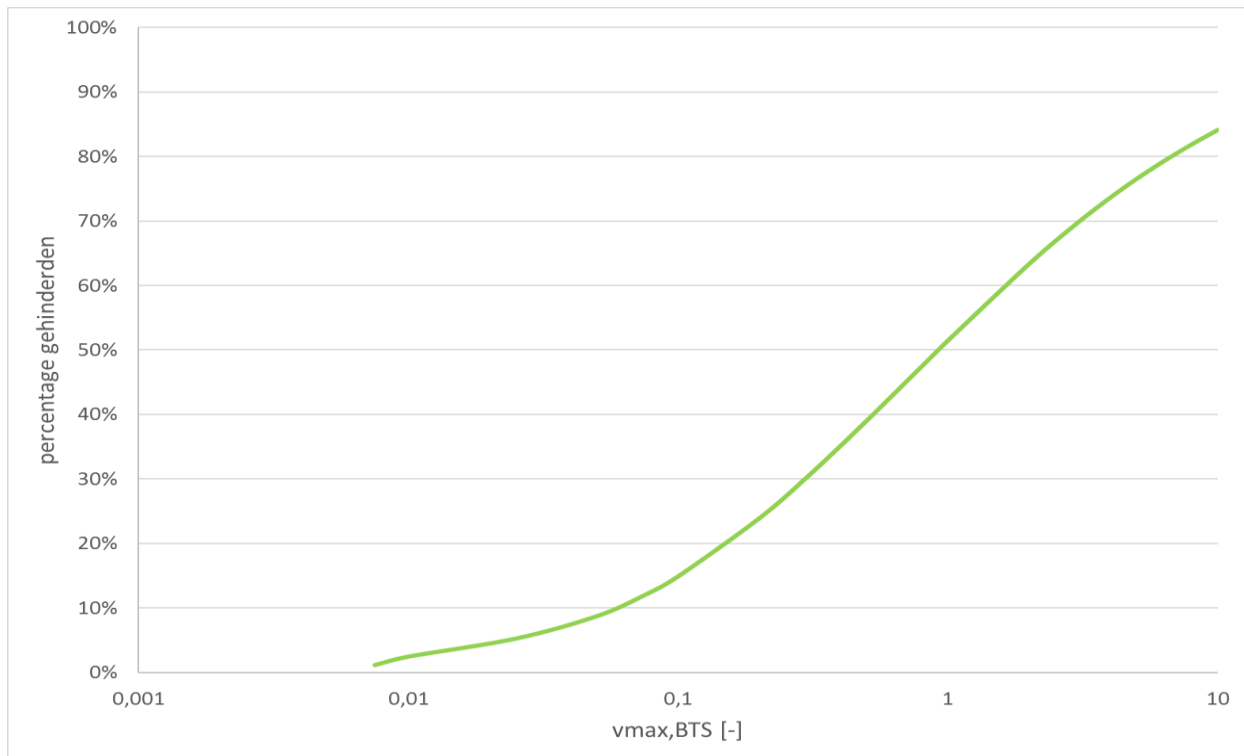
In de SBR-richtlijn deel B, hinder voor personen, worden trillingen door spoorverkeer beoordeeld als een herhaald voorkomende trilling gedurende lange tijd. Beoordeling vindt plaats aan de hand van de maximale trillingssterkte ($V_{eff,max}$) en het gemiddelde over de beoordelingsperiode (V_{per}). In de V_{per} wordt zowel de gemiddelde effectieve waarde van de (gemeten) trillingen meegenomen als de gesommeerde duur van de trillingen in de beoordelingsperiode.

De SBR-richtlijn deel B (hinder voor personen in gebouwen) geeft drie verschillende streefwaarden A_1 , A_2 en A_3 ter toetsing van de $V_{eff,max}$ en de V_{per} (dimensieloze snelheden) op. Deze streefwaarden zijn erop gericht hinder door trillingen te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken ('stand still'-principe).

Methode die is toegepast binnen DSSU

Ten behoeve van de MER DSSU⁴ is een literatuur onderzoek uitgevoerd naar de hinder van personen veroorzaakt door trillingen in gebouwen. Hierbij is nagegaan in hoeverre een percentage personen een trilling als hinderlijk ervaart. Op basis hiervan is een curve samengesteld die het percentage van de omwonenden aangeeft dat hinder ervaart bij een gegeven trillingssterkte. Hierbij wordt geen uitspraak gedaan over de mate van hinder, echter enkel over het percentage personen dat hinder ervaart, gegeven de trillingssterkte in een woning (dosis-effectrelatie). In afbeelding 3.2 is deze curve weergegeven. Deze relatie is ook in voorliggend onderzoek toegepast.

⁴ MER Doorstroomstation Utrecht (DSSU), Effectbeschrijving trillingshinder, kenmerk OND-ET-CON-TR-RAP-200, 10 november 2014, Movares



Abbeelding 3.2: Kans op hinder als functie van de trillingssterkte V_{max}

3.2 Methodiek

De gehanteerde werkwijze in het trillingsonderzoek is in deze paragraaf beknopt samengevat. Ten behoeve van het onderzoek zijn de referentiesituatie en de plansituatie van belang. Door de trillingshinder in de plansituatie te vergelijken met de trillingshinder in de referentiesituatie, is te toetsen welke effecten het project heeft op de trillingen op de omgeving.

Aantal gehinderde personen maximale trillingssterkte (V_{max})

Het trillingseffect als gevolg van de plansituatie is ten opzichte van de autonome ontwikkeling (referentie) in kaart gebracht met behulp van een berekening met een trillingen model. Per gebouw is de trillingssterkte V_{max} in de huidige situatie, de autonome ontwikkeling en de plansituatie met Meteren – Boxtel (zonder en met trillingsmaatregelen) berekend. Vervolgens is het traject opgedeeld in subgebieden van 10.000 m².

Op basis van de berekende trillingssterkte V_{max} (bepaald conform de Bts), is met de gehanteerde dosis-effectrelatie een kans op trillingshinder (zie Abbeelding 3.2) toegekend. Door deze kans te vermenigvuldigen met het aantal panden (en indirect het aantal bewoners, op basis van een gemiddeld aantal bewoners per woning van 2,4) aan weerszijden van het spoor, kan een totaal aantal (trillings)gehinderde personen per subgebied bepaald worden.

Door de resultaten per subgebied van 10.000 m² voor de plansituatie te vergelijken met de referentiesituatie (autonome ontwikkeling), kan per subgebied een effectscore worden toegekend. Deze score is toegekend op basis van “expert judgement” en gebaseerd op een aantal internationale onderzoeken.

Om het zuivere projecteffect te bepalen, wordt de plansituatie zonder (doelmatige) maatregelen vergeleken met de referentiesituatie. Op deze manier is inzichtelijk gemaakt waar effecten ten gevolge van het project worden verwacht. Ter vergelijking is ook de huidige situatie in beeld gebracht. Hierdoor kan ook de huidige mate van hinder inzichtelijk worden gemaakt.

Aantal panden met een overschrijding van trillingssterkte (V_{per})

Ook voor de gemiddelde trillingssterkte is het effect bepaald met behulp van het opgestelde trillingen model. Per pand is de gemiddelde trillingssterkte over de tijd bepaald voor de huidige situatie, de autonome ontwikkeling en de plansituatie zonder trillingsdempende maatregelen.

Wanneer de grenswaarde A3 (Bts en SBR-richtlijn Trillingen deel) wordt overschreden is het aantal panden (op basis van adres) waarvoor deze overschrijding optreedt bepaald.

Per subgebied (10.000 m² aan beide zijden van het spoor) is vervolgens het aantal adressen met een overschrijding van de grenswaarde A3 (Vper), bepaald om op deze wijze de wijzigingen of veranderingen zichtbaar te maken. Vervolgens zijn de situatie na autonome groei en de plansituatie met elkaar vergeleken om het effect te bepalen per deelgebied. Ter vergelijking is ook de huidige situatie in beeld gebracht, om een beeld te scheppen van de huidige mate van hinder.

Naast het aantal panden met een overschrijding is het percentage van het aantal overschrijdingen bepaald ten opzichte van het totaal aantal panden die aanwezig zijn binnen het onderzoeksgebied. Door dit voor zowel voor de referentiesituatie als voor de plansituaties te bepalen kan het effect van de plansituatie worden weergegeven. Op basis van het percentage kan beter worden beoordeeld wat het effect is dan met absolute aantallen.

Beschouwen van trillingsmaatregelen

Indien maatregelen moeten worden overwogen omdat de grenswaarden uit de Bts worden overschreden (zie ook afbeelding 3.1), dient er een doelmatigheidsafweging te worden gemaakt, met dien verstande dat:

- Als V_{max} met minder dan een factor 1,3 toeneemt er geen maatregelen hoeven te worden afgewogen en;
- Dat als V_{max} meer dan 3,2 bedraagt maatregelen in alle gevallen toegepast moet worden.

In de rest van dit document wordt in algemene zin gesproken over “overschrijding van de grenswaarden volgens de Bts-methodiek” voor die gevallen waarin sprake is van de verplichte afweging of toepassing van maatregelen. Maatregelen en de doelmatigheid van maatregelen zijn in het kader van het (O)TB beschouwd en zijn weergegeven in het rapport “PHS Meteren-Boxtel, Achtergrondrapportage Trillingen - deel 3: Maatregelenafweging”, versie C, 5 september 2017, Arcadis.

3.3 Beoordelingskader Trillingen

Zoals hiervoor aangegeven is voor de beoordeling van trillingen per deelgebied het aantal personen bepaald dat in de huidige situatie, autonome ontwikkeling (=referentiesituatie) en de plansituatie hinder ervaart door trillingen. Door het aantal gehinderden binnen een subgebied van 10.000 m² voor deze verschillende situaties met elkaar te vergelijken is het effect van een verandering in de trillingssterkte bepaald. Hiervoor is de kleurcodering uit tabel 3.6 gehanteerd.

Tabel 3.6 Legenda effectbeoordeling trillingen

Score	Trillingsgehinderden (V_{max})	Overschrijdingen van A_3 (V_{per})
	Geen gehinderde personen	Geen adressen een overschrijding van A_3
	0 tot 5 gehinderde personen per 10000 m ²	0 tot 2 adressen met een overschrijding per van A_3 per 10000 m ²
	5 tot 10 gehinderde personen per 10000 m ²	2 tot 4 adressen met een overschrijding van A_3 per 10000 m ²
	10 tot 25 gehinderde personen per 10000 m ²	4 tot 10 adressen met een overschrijding van A_3 per 10000 m ²
	25 tot 50 gehinderde personen per 10000 m ²	10 tot 20 adressen met een overschrijding van A_3 per 10000 m ²
	>50 gehinderde personen per 10000 m ²	>20 adressen met een overschrijding van A_3 per 10000 m ²

Door het aantal gehinderde personen (bewoners) en het aantal panden met een overschrijding van de in de referentiesituatie en projectsituatie te bepalen, kan worden bepaald of het aantal gehinderden stijgt of daalt. Op basis van het verschil in aantal gehinderden kan worden bepaald of de situatie verslechtert of verbetert door respectievelijk een toename of een afname van het aantal gehinderden en het aantal panden met een overschrijding.

Op basis van de toe- of afname in het aantal gehinderden en het aantal panden met een overschrijding wordt een score toegekend. De klasse-indeling zoals weergegeven in tabel 3.7 is tot stand gekomen op basis van “expert judgement”.

Tabel 3.7 Classificatie-schaal bij effectbeoordeling trillingen

Score	Trillingsgehinderden Vmax	Trillingsgehinderden Vper
+++	Sterke afname in aantal gehinderde personen t.o.v. de referentiesituatie (> 50% afname)	Sterke afname in aantal adressen met hinder t.o.v. de referentiesituatie (> 50% afname)
++	Afname in aantal gehinderde personen t.o.v. de referentiesituatie (25 tot 50% afname)	Afname in aantal adressen met hinder t.o.v. de referentiesituatie (25 tot 50% afname)
+	Lichte afname in aantal gehinderde personen t.o.v. de referentiesituatie (5 tot 25% afname)	Lichte afname in aantal adressen met hinder t.o.v. de referentiesituatie (5 tot 25% afname)
0	Gelijkblijvend aantal gehinderde personen t.o.v. referentiesituatie (5% afname tot 5% toename)	Gelijkblijvend aantal adressen met hinder t.o.v. de referentiesituatie (5% afname tot 5% toename)
-	Lichte toename in aantal gehinderde personen t.o.v. referentiesituatie (5% tot 25% toename)	Lichte toename in aantal adressen met hinder t.o.v. referentiesituatie (5% tot 25% toename)
--	Toename in aantal gehinderde personen t.o.v. de referentiesituatie (25 tot 50% toename)	Toename in aantal adressen met hinder t.o.v. de referentiesituatie (25 tot 50% toename)
---	Sterke toename in aantal gehinderde personen t.o.v. de referentiesituatie (> 50% toename)	Sterke toename in aantal adressen met hinder t.o.v. de referentie situatie (> 50% toename)

Beoordelingskader trillingen tijdelijke situatie

Binnen het toetsingskader van de Bts wordt geen specifiek beoordelingskader voor tijdelijke situaties aangegeven. Daarom wordt voor de situatie van het tijdelijke spoor in Vught hetzelfde toetsingskader gehanteerd als voor de eindsituatie, zoals hiervoor weergegeven.

Voor de tijdelijke situatie wordt er ter hoogte van de nieuw te realiseren verdiepte ligging (bak) in Vught een tijdelijk spoor aangelegd. Omdat deze situatie enkel effect heeft binnen deelgebied 3 's-Hertogenbosch – Vught, wordt voor deelgebied 3 een beoordeling van de tijdelijke situatie uitgevoerd.

4 EFFECTBEPALING

Voor de huidige situatie, autonome ontwikkeling en de plansituatie is met de in hoofdstuk 3 beschreven werkwijze het aantal gehinderden bepaald. De panden/objecten langs het spoor bestaan hoofdzakelijk uit woningen. Ter bepaling van het aantal gehinderden wordt zoals eerder aangegeven per woning uitgegaan van gemiddeld 2,4 bewoners per woning. Op basis van de gehanteerde dosis-effectrelatie voor trillingen (zie Afbeelding 3.2) is het aantal gehinderden bepaald op basis van V_{max} . Daarnaast is op basis van een overschrijding van grenswaarde A_3 bepaald of de V_{per} (gemiddelde trillingssterkte over de tijd) wordt overschreden en welk aantal panden dit betreft.

Er zijn ook andere trillingsgevoelige functies zoals kantoren, gezondheidszorg, bijeenkomstruimten of scholen aanwezig. Deze objecten worden bij een overschrijding van de Bts afzonderlijk benoemd.

In de volgende paragrafen zijn voor de huidige situatie (2013), de referentiesituatie (de situatie na plaatsvinden van autonome ontwikkeling) en de plansituatie de bepaalde trillingseffecten weergegeven.

4.1 Huidige situatie

Zoals eerder aangegeven is het aantal trillingsgehinderden voor de huidige situatie rondom het spoor bepaald binnen de vier deelgebieden. Dit is weergegeven in de navolgende paragrafen.

4.1.1 Effecten deelgebied 1 - Boog Meteren

Het deelgebied 1 - Boog Meteren is getoetst aan de in paragraaf 3.1 toegelichte methodiek. Het totaal aantal gehinderden binnen deelgebied 1, is inzichtelijk gemaakt in navolgende afbeeldingen. De aantallen gehinderden langs het traject zijn voor de huidige situatie weergegeven in tabel 4.8.

Tabel 4.8 Aantal trillingsgehinderden voor deelgebied 1 - Boog Meteren

criterium	Hinder in huidige situatie	Totaal aantal
Aantal personen o.b.v. V_{max}	93	307 personen
Aantal adressen o.b.v. V_{per}	0	128 adressen

In deelgebied 1 zijn slechts acht woningen aanwezig ter hoogte van het spoor waar de nieuwe boog wordt aangelegd en waar de bestaande sporen worden gewijzigd. Zuidelijker, in de woonkern Waardenburg, is een aanzienlijk aantal woningen aanwezig binnen een strook van 100 m van het spoor. Voor de huidige situatie zijn er 93 gehinderden bepaald op basis van V_{max} . Er zijn geen panden met een overschrijding van A_3 op basis van V_{per} , de gemiddelde trillingssterkte over de tijd.



Afbeelding 4.1: Aantal trillingsgehinderden per 10.000m² op basis van trillingssterkte Vmax in deelgebied 1, (aantal gehinderden/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.2: Aantal adressen per 10.000m² waar de grenswaarde A₃ door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 1 (aantal woningen boven de grenswaarde/10.000 m², legenda is weergegeven in 4.)

4.1.2 Effecten deelgebied 2 - Meteren - 's-Hertogenbosch

Het deelgebied 2 - Meteren - 's-Hertogenbosch is getoetst aan de in paragraaf 3.1 toegelichte methodiek. Het totaal aantal gehinderden in de huidige situatie in deelgebied 2, is inzichtelijk gemaakt in navolgende afbeeldingen. De aantallen gehinderden langs het traject zijn voor de huidige situatie weergegeven in tabel 4.9. Hierbij wordt opgemerkt dat de huidige situatie voor dat gedeelte wat ook in Tracébesluit Sporen in Den Bosch is opgenomen de situatie betreft van voor de realisatie van dit besluit. Voor de overige delen is de huidige situatie gelijk aan de situatie in 2015.

Tabel 4.9 Aantal gehinderde voor deelgebied 2 - Meteren - 's-Hertogenbosch

criterium	Hinder in huidige situatie	Totaal aantal
Aantal personen o.b.v. Vmax	740	3197 personen
Aantal adressen o.b.v. Vper	93	1332 adressen

(0%) = % toename gehinderden t.o.v. aantal bewoners binnen deelgebied tussen autonome ontwikkeling ten opzichte huidige situatie



Afbeelding 4.3: Aantal trillingsgehinderden per 10.000m² op basis van trillingssterkte Vmax in deelgebied 2, huidige situatie (aantal gehinderden/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



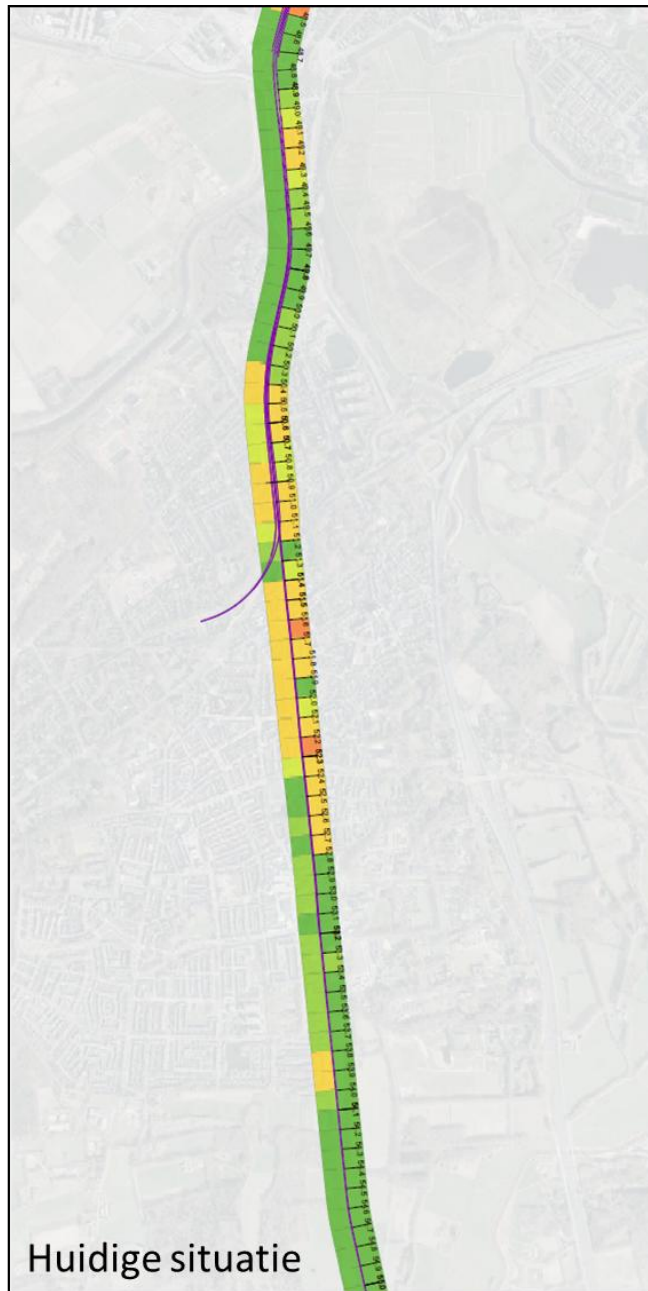
Afbeelding 4.4: Aantal adressen per $10.000m^2$ waar de grenswaarde A_3 door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 2 (aantal woningen boven de grenswaarde/ $10.000 m^2$, legenda is weergegeven in tabel 3.6)

4.1.3 Effecten deelgebied 3 -'s-Hertogenbosch - Vught

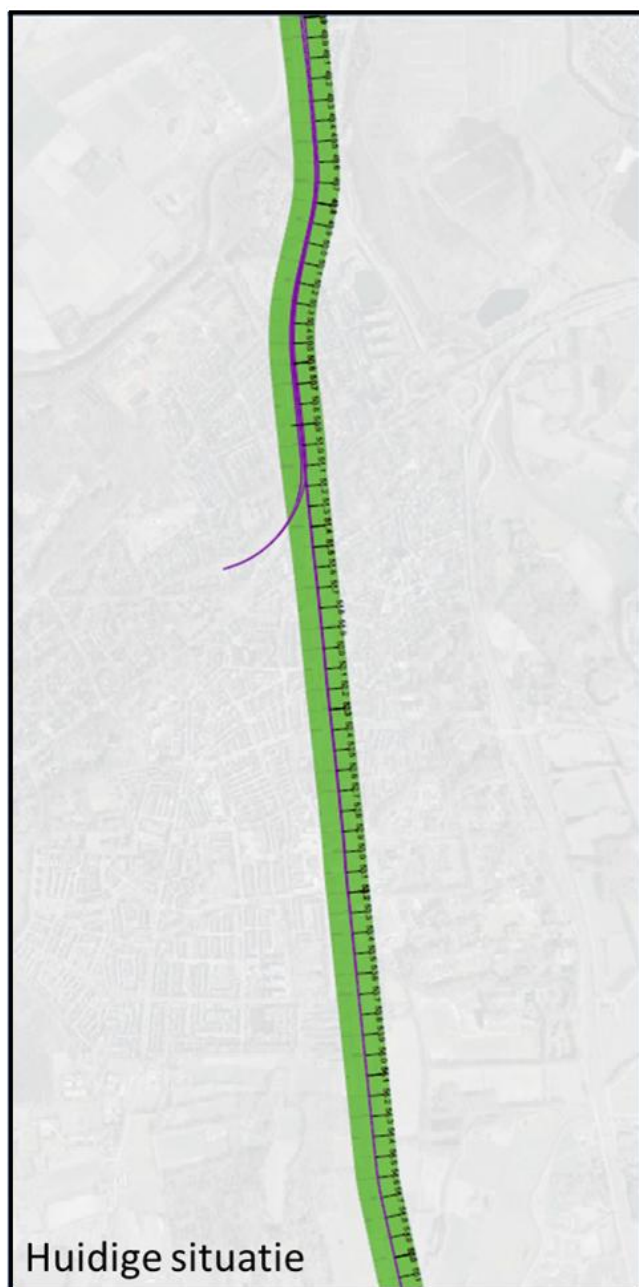
Het deelgebied 3 -'s-Hertogenbosch - Vught is getoetst aan de in paragraaf 3.1 toegelichte methodiek. Het totaal aantal gehinderden binnen deelgebied 3, is inzichtelijk gemaakt in navolgende afbeeldingen voor de huidige situatie. De aantallen gehinderden langs het traject zijn voor de huidige situatie weergegeven in tabel 4.10.

Tabel 4.10 Aantal gehinderden voor deelgebied 3 's-Hertogenbosch - Vught

criterium	Hinder in huidige situatie	Totaal aantal
Aantal personen o.b.v. V_{max}	814	2894 personen
Aantal adressen o.b.v. V_{per}	0	1206 adressen



Afbeelding 4.5: Aantal trillingsgehinderden per 10.000m^2 op basis van trillingssterkte V_{max} in deelgebied 3, (aantal gehinderden/ 10.000m^2 , legenda is weergegeven in tabel 3.6)



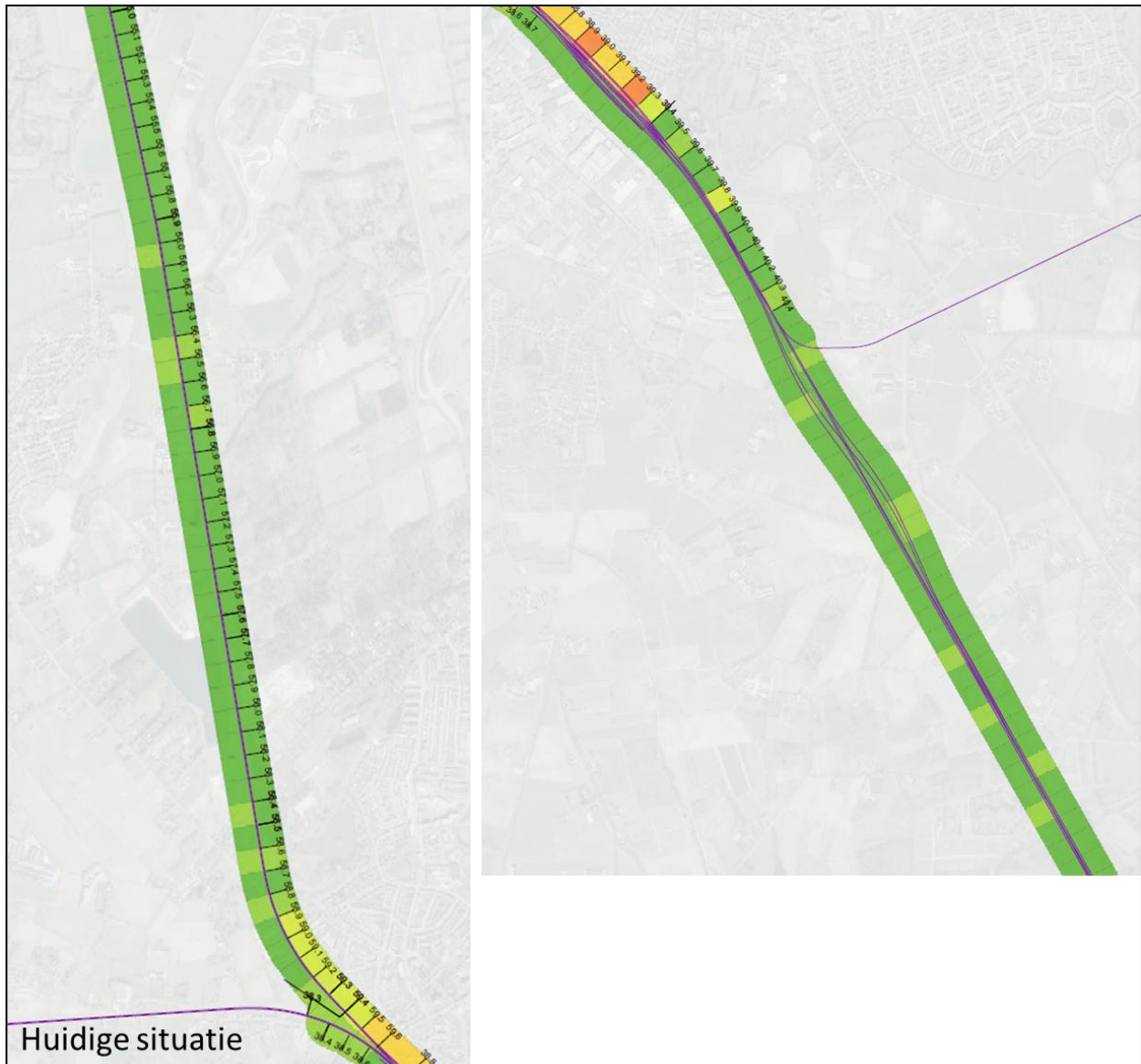
Afbeelding 4.6: Aantal adressen per 10.000m² waar de grenswaarde A_3 door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 2 (aantal woningen boven de grenswaarde/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)

4.1.4 Effecten deelgebied 4 - Vught – Boxtel

Het deelgebied 4 - Vught – Boxtel is getoetst aan de in paragraaf 3.1 toegelichte methodiek. Het totaal aantal gehinderden binnen deelgebied 4, is inzichtelijk gemaakt in navolgende afbeeldingen. De aantallen gehinderden langs het traject zijn voor de huidige situatie weergegeven in tabel 4.11.

Tabel 4.11 Aantal gehinderden voor deelgebied 4 – Vught - Boxtel

Criterion	Hinder in huidige situatie	Totaal aantal
Aantal personen o.b.v. V_{max}	302	1207 personen
Aantal adressen o.b.v. V_{per}	8	503 adressen



Afbeelding 4.7: Aantal trillingsgehinderden per 10.000m² op basis van trillingssterkte Vmax in deelgebied 4, huidige situatie (aantal gehinderden/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.8: Aantal adressen per 10.000m^2 waar de grenswaarde A_3 door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 3 (aantal woningen boven de grenswaarde/ 10.000m^2 , legenda is weergegeven in tabel 3.6)

4.2 Referentiesituatie en Plansituatie

In onderstaande paragrafen wordt de plansituatie vergeleken met de referentiesituatie (situatie na autonome ontwikkeling zonder projectrealisatie in 2040). Daarvoor zijn steeds de aantallen adressen/gehinderden met elkaar vergeleken in zowel tabel vorm als in de figuren.

4.2.1 Effecten deelgebied 1 - Boog Meteren

Het deelgebied 1 - Boog Meteren is getoetst aan de in paragraaf 3.1 toegelichte methodiek. Het verschil in totaal aantal gehinderden dat voor de plansituatie niet aan de grenswaarde voldoet binnen deelgebied 1, is inzichtelijk gemaakt in navolgende afbeeldingen. Het aantal gehinderden langs het traject is voor de plansituatie weergegeven in tabel 4.12. In de tabel is tevens de toename van het aantal trillingsgehinderden aangegeven in de plansituatie ten opzichte van de referentiesituatie (= Autonome ontwikkeling) en zijn in de kolom 'Totaal aantal' het totaal aantal personen (gebaseerd op een gemiddelde van 2,4 personen per adres) of het totaal adressen weergegeven dat in de effectbeoordeling is opgenomen (alle adressen binnen 100 m aan weerszijden van de sporen).

Tabel 4.12 Aantal gehinderden voor deelgebied 1 - Boog Meteren

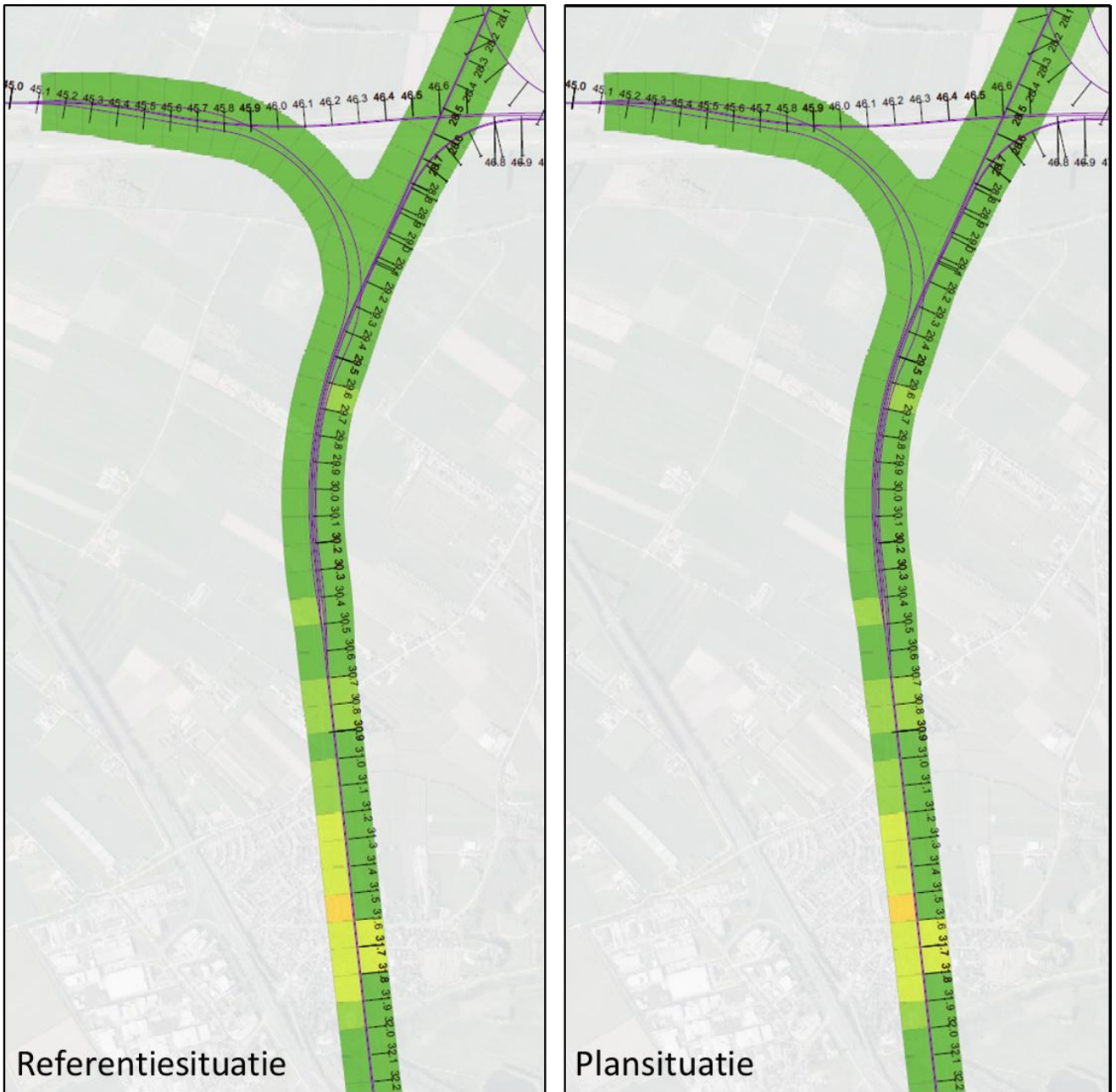
criterium	Hinder na autonome ontwikkeling (referentie)	Hinder in plansituatie	Totaal aantal	Effect
Aantal personen o.b.v. V_{max}	93	93 (0%)	307 personen	0
Aantal adressen o.b.v. V_{per}	0	0 (0%)	128 adressen	0

(x%) = toename tussen 'plansituatie' en 'referentiesituatie' ten opzichte van het 'totaal aantal' adressen of personen binnen het deelgebied, uitgedrukt in procenten

In het beschouwde deelgebied (Boog Meteren en Waardenburg) verblijven 307 personen. In de referentiesituatie ervaart ongeveer 30% van deze personen trillingshinder (op basis van de berekende V_{max}) vanwege de optredende maximale trillingssterkte V_{max} .

Naar aanleiding van de berekeningsresultaten voor de plansituatie kan worden geconcludeerd dat er geen toename in de plansituatie is bepaald ten opzichte van de referentiesituatie (autonome ontwikkeling) voor zowel V_{per} als V_{max} . Er is geen verschil in hinder doordat:

- Ter plaatse van de nieuw aan te leggen spoorbogen en de te wijzigen sporen zijn twee woningen op enige afstand van het spoor aanwezig. Hier zal de V_{max} toenemen en daarmee het aantal gehinderden. Echter is de toename dusdanig beperkt dat deze bij de afronding van het aantal gehinderden niet zichtbaar wordt.
- Ter plaatse van de woonkern Waardenburg worden de sporen niet verlegd of nieuw aangelegd en zal de V_{max} gelijk blijven.
- De gemiddelde trillingssterkte over de tijd V_{per} zal in de woonkern Waardenburg wel toenemen, echter overschrijdt deze niet de streefwaarde A3, waardoor de effectbeoordeling gelijk blijft.



Afbeelding 4.9: Aantal trillingsge hinderden per 10.000m² op basis van trillingssterkte Vmax in deelgebied 1, (aantal gehinderden/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.10: Aantal adressen per 10.000m² waar de grenswaarde A₃ door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 1 (aantal woningen boven de grenswaarde/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)

4.2.2 Effecten deelgebied 2 - Meteren – 's-Hertogenbosch

Het plangebied deelgebied 2 - Meteren – 's-Hertogenbosch is getoetst aan de in paragraaf 3.1 toegelichte methodiek. Het verschil in totaal aantal gehinderden binnen deelgebied 2, is inzichtelijk gemaakt in navolgende afbeeldingen. Het aantal gehinderden langs het traject is voor de plansituatie weergegeven in tabel 4.13. In de tabel is tevens de percentuele toename van het aantal trillingsgehinderden in de plansituatie ten opzichte van de referentiesituatie (= Autonome ontwikkeling) aangegeven en het totaal aantal personen en adressen waarop de analyse betrekking heeft.

Tabel 4.13 Aantal gehinderden voor deelgebied 2 - Meteren - 's-Hertogenbosch

criterium	Hinder na autonome ontwikkeling (referentie)	Hinder in plansituatie	Totaal aantal	Effect
Aantal personen o.b.v. V_{max}	865	866 (0%)	3197 personen	0
Aantal adressen o.b.v. V_{per}	93	117 (2%)	1332 adressen	0

(x%) = toename tussen 'plansituatie' en 'referentiesituatie' ten opzichte van het 'totaal aantal' adressen of personen binnen het deelgebied, uitgedrukt in procenten

In het beschouwde deelgebied (zuidzijde Waardenburg tot en met noordzijde 's-Hertogenbosch) verblijven 3.204 personen. In de referentie situatie ervaart ongeveer 27% van deze personen trillingshinder (op basis van de berekende V_{max}) vanwege de optredende maximale trillingssterkte V_{max} .

Door de aanpassingen van het project Sporen in 's-Hertogenbosch (Tracébesluit SiDB) die zijn opgenomen in de autonome groei in het gebied, heeft de V_{max} uit de plansituatie nauwelijks effect op het aantal trillingsgehinderden ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Door de aanleg van het vierde spoor aan de zuidwestzijde van het station is daardoor een zeer lichte stijging van het aantal gehinderden bepaald.

In de plansituatie neemt het aantal gehinderden op basis van de V_{per} met 2% toe, gebaseerd op een woningenaantal in het beschouwde gebied van 1334 adressen.



Afbeelding 4.11: Aantal trillingsgehinderden per 10.000m² op basis van trillingssterkte Vmax in deelgebied 2, na autonome ontwikkeling (aantal gehinderden/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.12: Aantal trillingsgehinderden per 10.000m² op basis van trillingssterkte Vmax in deelgebied 2 (aantal gehinderden/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.13: Aantal adressen per 10.000m^2 waar de grenswaarde A_3 door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 2 (aantal woningen boven de grenswaarde/ 10.000m^2 , legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.14: Aantal adressen per 10.000m² waar de grenswaarde A₃ door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 2 (aantal woningen boven de grenswaarde/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)

4.2.3 Effecten deelgebied 3 - 's-Hertogenbosch – Vught

Het deelgebied 3 - 's-Hertogenbosch – Vught is getoetst aan de in paragraaf 3.1 toegelichte methodiek. Het verschil in totaal aantal gehinderden binnen deelgebied 3, dat voor de plansituatie niet aan de grenswaarde voldoet is inzichtelijk gemaakt in navolgende afbeeldingen. Het aantal gehinderden langs het traject is voor de plansituatie weergegeven in tabel 4.14. In de tabel is tevens de percentuele toename van het aantal trillingsgehinderden in de plansituatie ten opzichte van de referentiesituatie (= Autonome ontwikkeling) aangegeven en het totaal aantal personen en adressen waarop de analyse betrekking heeft.

Tabel 4.14 Aantal gehinderden voor deelgebied 3 - 's-Hertogenbosch – Vught

criterium	Hinder na autonome ontwikkeling (referentie)	Hinder in plansituatie	Totaal aantal	Effect
Aantal personen o.b.v. V _{max}	820	877 (2%)	2894 personen	0
Aantal adressen o.b.v. V _{per}	1	70 (6%)	1206 adressen	-

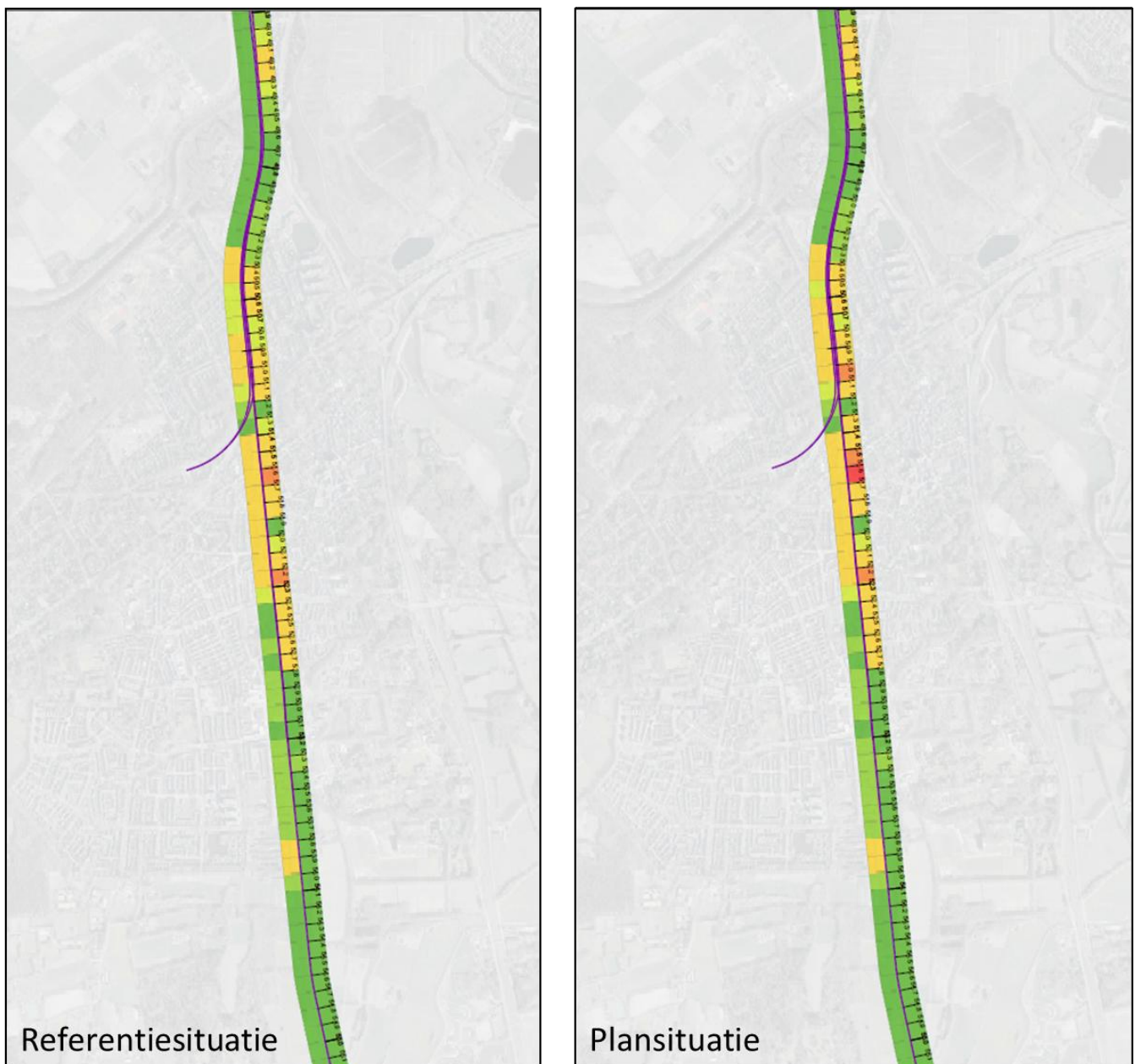
(x%) = toename tussen 'plansituatie' en 'referentiesituatie' ten opzichte van het 'totaal aantal' adressen of personen binnen het deelgebied, uitgedrukt in procenten

In het beschouwde deelgebied (zuidzijde van 's-Hertogenbosch en in Vught) verblijven 2894 personen. In de referentiesituatie ervaart ongeveer 28% van deze personen trillingshinder (op basis van de berekende V_{max}) vanwege de optredende maximale trillingssterkte V_{max} . In de plansituatie zal het aantal trillingsgehinderden stijgen met 2% ten opzichte van de autonome ontwikkeling vanwege de toename van de maximale trillingssterkte V_{max} . Deze stijging wordt veroorzaakt door de aanleg van het vierde spoor en een lichte verhoging van de rijnsnelheid die mogelijk is omdat ter plaatse van aansluiting Vught een ongelijkvloerse kruising van de sporen wordt gerealiseerd. Ten zuiden van Vught aansluiting zal aan de westzijde de trillingssterkte licht afnemen.

Voor wat betreft de gemiddelde trillingssterkte V_{per} zal in de plansituatie de gemiddelde trillingssterkte V_{per} met 6% toenemen ten opzichte van de referentiesituatie.

Naast het aantal personen in woningen zal in de plansituatie ook hinder optreden in een viertal bedrijfspanden te Vught. Dit betreft een pand dat voor gezondheidszorg-doeleinden wordt gebruikt, twee panden met een kantoorfunctie en een pand met een winkelfunctie.

In de kantoorpanden te 's-Hertogenbosch wordt verwacht dat er geen hinder door trillingen wordt ervaren, doordat er geen grenswaarden worden overschreden.



Afbeelding 4.15: Aantal trillingsgehinderden per 10.000m² op basis van trillingssterkte V_{max} in deelgebied 3 (aantal gehinderden/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.16: Aantal adressen per 10.000m² waar de grenswaarde A₃ door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 3 (aantal woningen boven de grenswaarde/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)

4.2.4 Effecten deelgebied 4 - Vught – Boxtel

Het deelgebied 4 - Vught – Boxtel is getoetst aan de in paragraaf 3.1 toegelichte methodiek. Het verschil in het totale aantal gehinderden voor de plansituatie welke niet aan de grenswaarde voldoet binnen deelgebied 4, is inzichtelijk gemaakt in navolgende afbeeldingen. De aantallen gehinderden langs het traject zijn voor de plansituatie weergegeven in tabel 4.15. In de tabel is tevens aangegeven welke toename van het aantal trillingsgehinderden er voor de varianten aanwezig zijn ten opzichte van de referentiesituatie (= Autonome ontwikkeling).

Tabel 4.15 Aantal gehinderden voor deelgebied 4 - Vught – Boxtel

criterium	Hinder na autonome ontwikkeling (referentie)	Hinder in plansituatie	Totaal aantal	Effect
Aantal personen o.b.v. V_{max}	302	302 (0%)	1207 personen	0
Aantal adressen o.b.v. V_{per}	11	13 (0%)	503 adressen	0

(x%) = toename tussen 'plansituatie' en 'referentiesituatie' ten opzichte van het 'totaal aantal' adressen of personen binnen het deelgebied, uitgedrukt in procenten

In het beschouwde deelgebied (ten zuiden van Vught tot aan Liempde) verblijven 1207 personen. In de referentiesituatie ervaart ongeveer 25% van deze personen trillingshinder (op basis van de berekende V_{max}) vanwege de optredende maximale trillingssterkte V_{max} .

In Boxtel worden geen fysieke wijzigingen aan de sporen doorgevoerd. Op de sporen waar nu treinen rijden blijven treinen rijden, waardoor er geen effect optreedt vanwege voorliggend project op maximale trillingsniveaus V_{max} aan de oost- en westzijde van de sporen in Boxtel. Wel treedt er een gering extra effect op voor de V_{per} aan de oostzijde van het spoor, doordat in de autonome ontwikkeling de goederentreinen worden afgewikkeld via de westelijke sporen ter hoogte van Boxtel (van/naar Tilburg via de Brabantroute), terwijl de goederentreinen in de plansituatie op de oostelijke sporen rijden in Boxtel (van/naar 's-Hertogenbosch). Zoals aangegeven gaat het hier om een beperkte toename als gevolg van de wijziging van het spoorgebruik in Boxtel.



Afbeelding 4.17: Aantal trillingsgehinderden per 10.000m² op basis van trillingssterkte Vmax in deelgebied 4, na autonome ontwikkeling (aantal gehinderden/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.18: Aantal trillingsgehinderden per 10.000m² op basis van trillingssterkte Vmax in deelgebied 1, plansituatie (aantal gehinderden/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.19: Aantal adressen per 10.000m² waar de grenswaarde A₃ door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 4 (aantal woningen boven de grenswaarde/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.20: Aantal adressen per 10.000m² waar de grenswaarde A₃ door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 4 (aantal woningen boven de grenswaarde/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)

4.3 Tijdelijke effecten

Voor trillingen is de tijdelijke situatie relevant voor het tracé waar het tijdelijke spoor wordt aangelegd ter hoogte van de aan te leggen tunnelbak in Vught. Dit tijdelijke spoor is aanwezig binnen deelgebied 3 - 's-Hertogenbosch – Vught.

4.3.1 Effecten deelgebied 3

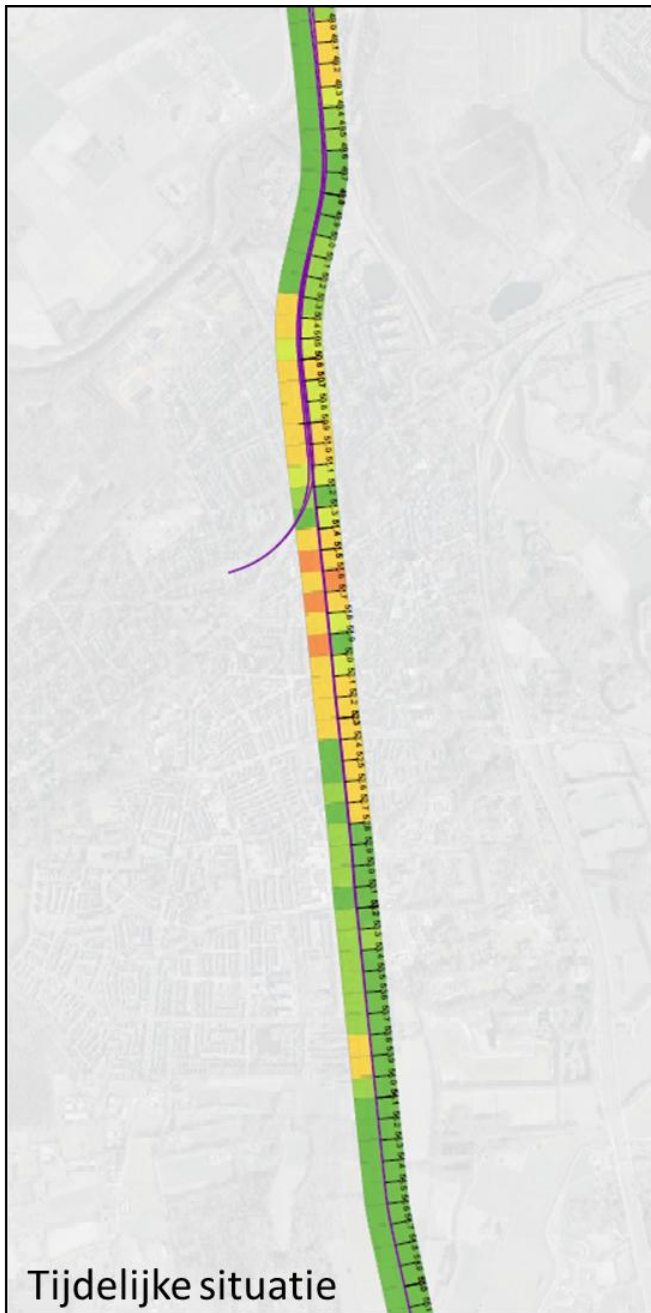
De prognose voor de trillingsniveaus in de situatie met het tijdelijke spoor is analoog aan de methodiek voor de eindsituatie opgesteld. De berekeningsresultaten voor V_{per} en V_{max} zijn vergeleken met de referentiesituatie. De aantallen gehinderden langs het traject zijn voor de tijdelijke plansituatie weergegeven in navolgende afbeeldingen. In tabel 4.16 is het aantal gehinderde personen en adressen weergegeven. In de tabel is tevens de toename van het aantal trillingsgehinderden aangegeven ten opzichte van de referentiesituatie (= Autonome ontwikkeling) vermeld.

Tabel 4.16 Aantal gehinderden voor tijdelijke situatie deelgebied 3 - 's-Hertogenbosch - Vught

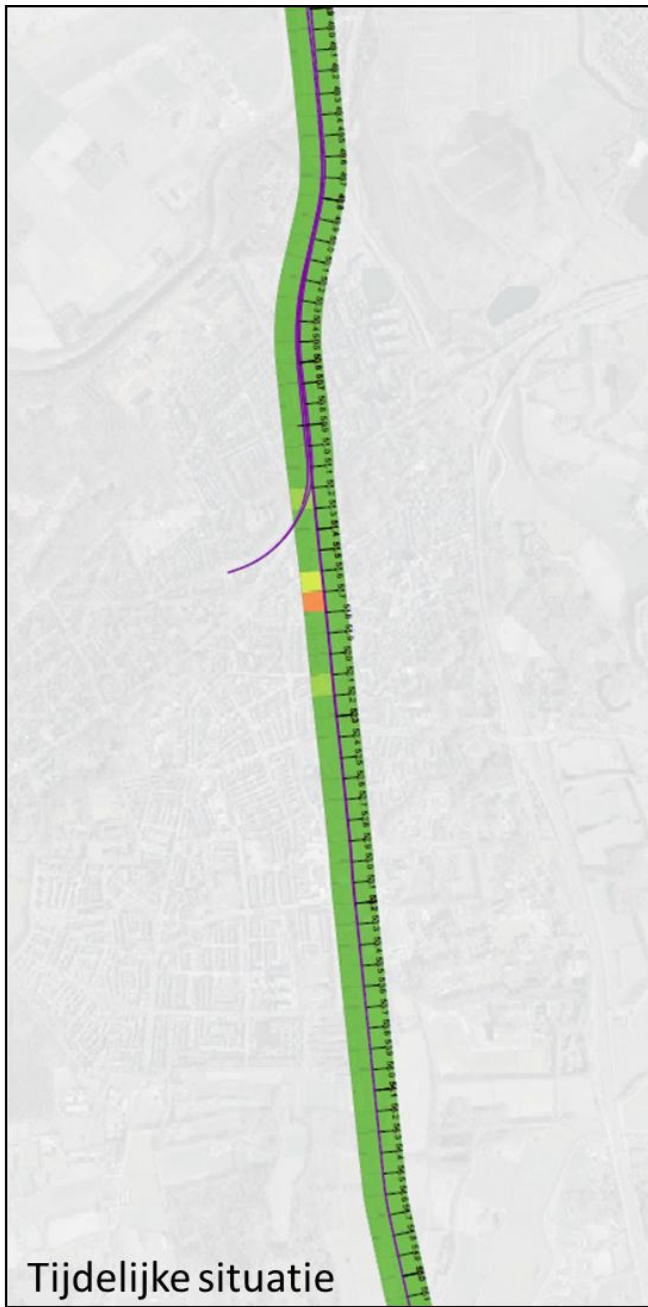
criterium	Hinder na autonome ontwikkeling (referentie)	Hinder in tijdelijke situatie	Totaal aantal	Effect
Aantal personen o.b.v. V_{max}	820	784 (-1%)	2894 personen	0
Aantal adressen o.b.v. V_{per}	1	15 (1%)	1206 adressen	0

(x%) = toename tussen 'plansituatie' en 'referentiesituatie' ten opzichte van het 'totaal aantal' adressen of personen binnen het deelgebied, uitgedrukt in procenten

Door de aanleg van het tijdelijk spoor treedt er een verandering op in de berekende trillingsniveaus in de panden. Uit de resultaten blijkt echter dat de veranderingen en/of toenames zeer gering zijn ten opzichte van het totaal aantal aanwezige bewoners in dit deelgebied. Er is een kleine daling in het effect van -1% berekend in het aantal gehinderden op basis van zowel de V_{max} tussen zowel de referentiesituatie als de huidige situatie. Wat hierbij opvalt is de verschuiving van de hinder. Waar de hinder eerst verdeeld was over beide zijden langs het spoor, verschuift deze in de tijdelijke situatie naar de westzijde van het spoor. Aan deze zijde neemt het aantal gehinderden toe met 46, terwijl gelijktijdig het aantal gehinderden aan de oostzijde daalt met 58 gehinderden. Dit licht positieve effect komt tot stand doordat de trillingshinder in de tweedelijnsbebouwing aan de westzijde in Vught minder hard toeneemt dan dat de afname van de trillingssterkte aan de oostzijde tijdens het gebruik van het tijdelijke spoor.



Afbeelding 4.21: Aantal trillingsgehinderden per 10.000m² op basis van trillingssterkte V_{max} in deelgebied 3 voor de tijdelijke situatie, (aantal gehinderden/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)



Afbeelding 4.22: Aantal adressen per 10.000m² waar de grenswaarde A₃ door V_{per} wordt overschreden in deelgebied 3, tijdelijke situatie (aantal woningen boven de grenswaarde/10.000 m², legenda is weergegeven in tabel 3.6)

5 MITIGERENDE MAATREGELEN

Voor het OTB PHS Meteren – Boxtel zijn de trillingen veroorzaakt door railverkeer getoetst aan de Bts en beschreven in de rapportage “PHS Meteren–Boxtel, Achtergrondrapportage Trillingen - deel 2, Modelering en toetsing,” 29 augustus 2017, versie C, Arcadis. In deelgebied 2, 3 en 4 zijn panden bepaald welke de toetswaarden van de BTS overschrijden. Voor deze panden is per cluster een maatregelafweging gemaakt op basis van de aspecten effectiviteit, inpasbaarheid, uitvoerbaarheid, onderhoudbaarheid, robuustheid en kostendoelmatigheid. Deze afweging is beschreven in het rapport “PHS Meteren – Boxtel, Achtergrondrapportage Trillingen - deel 3: Maatregelenafweging”, versie C, 5 september 2017, Arcadis. De kansrijke maatregelen zijn in tabel 5.17 weergegeven.

Tabel 5.17 Beschouwde trillingsmaatregelen deelgebied 2 en 3

Maatregel
Betonplaat onder spoor (dikte 0,5 m)
Diepwand (variërend in lengte en dikte)
Jet-groutwand (variërend in lengte en dikte)
MIP-wand

In de afweging is na een eerste selectie van kansrijke maatregelen op basis van effectiviteit, inpasbaarheid en uitvoerbaarheid, een nadere afweging van deze kansrijke maatregelen uitgevoerd. Onderstaand wordt per deelgebied ingegaan op de resultaten van deze nadere afweging, waarbij de nadruk ligt op de aspecten effectiviteit en kostendoelmatigheid van de maatregel. In voorliggende rapportage is het effect van de maatregel beschouwd op basis van het aantal gehinderden op basis van V_{max} en het aantal adressen met een overschrijding van de streefwaarde A3 op basis van V_{per} .

5.1 Deelgebied 1 - Zuidwestboog Meteren

In het deelgebied van de Zuidwestboog Meteren heeft geen maatregelafweging plaatsgevonden aangezien de normen uit de Bts niet worden overschreden.

5.2 Deelgebied 2 - Meteren - 's Hertogenbosch

In deelgebied 2 is op twee locaties een kostendoelmatige maatregel beoordeeld. Het betreffen hier de locaties nabij de Celciusstraat (km 47.40 t/m km 47.80 westzijde) en nabij de Boschveldweg (km 47.4 t/m km 47.8 oostzijde) in 's-Hertogenbosch. Het aantal personen dat hinder ervaart vanwege de maximale trillingssterkte V_{max} zal als gevolg van het aanbrengen van de diepwand op deze twee locaties dalen door een verlaging van de V_{max} met circa 60%:

- Locatie ter hoogte van de Celciusstraat, afname van het aantal trillingsgehinderden van 227 naar 136 gehinderden in het gebied tot 100 m uit het spoor, vanwege de maximale trillingssterkte V_{max} . De wand op deze locatie kan de trillingen volledig mitigeren.
- Locatie ter hoogte van de Boschveldweg, afname van het aantal trillingsgehinderden van 233 naar 181 gehinderden in het gebied tot 100 m uit het spoor vanwege de maximale trillingssterkte V_{max} . Een wand op deze locatie mitigeert de trillingen.

In tabel 5.18 is het effect voor het deeltraject 2 Meteren – 's-Hertogenbosch weergegeven.

Tabel 5.18 Deelgebied 2 Meteren –'s-Hertogenbosch inclusief doelmatige maatregel

criterium	Plansituatie zonder maatregelen	Plansituatie met mitigerende maatregelen	Totaal aantal	Effect
Aantal personen o.b.v. Vmax	866	723 (-4%)	3197 personen	0
Aantal adressen o.b.v. Vper	117	43 (-6%)	1332 adressen	+

(x%) = % afname gehinderden t.o.v. aantal bewoners binnen deelgebied tussen plansituatie met en zonder mitigerende maatregelen

Door het treffen van de maatregelen zal voor deelgebied 2 het aantal gehinderden afnemen met 4% van het totaal aantal bewoners in het beschouwde gebied. Dit is een verschil van 143 gehinderden ten opzichte van de plansituatie zonder mitigerende maatregelen. Het aantal adressen met een overschrijding op basis van Vper daalt door de kostendoelmatige maatregelen met 6% ten opzichte van het totaal aantal adressen in dit gebied.

5.3 Deelgebied 3 - 's -Hertogenbosch – Vught

Uit de maatregelafweging volgt dat in deelgebied 3 geen effectieve en kostendoelmatig maatregelen zijn te treffen.

5.4 Deelgebied 4 - Vught – Boxtel

Uit de maatregelafweging volgt dat in deelgebied 4 geen effectieve en kostendoelmatig maatregelen zijn te treffen.

6 SAMENVATTENDE EFFECTBEOORDELING TRILLINGEN

In dit hoofdstuk zijn de trillingseffecten van PHS Meteren-Boxtel beschreven en beoordeeld. Deze effecten hebben betrekking op de vier deelgebieden samen. Het gaat hierbij om effectbepaling van de plansituatie ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie betreft de autonome ontwikkeling.

Op basis van de eerder in dit rapport aangegeven classificatie (zie paragraaf 3.3) scoort de plansituatie en de tijdelijke situatie neutraal (0). Wel is er een toename in de gemiddelde trillingssterkte V_{per} en de maximale trillingssterkte V_{max} . Desondanks blijft de score voor de toename vanwege het aantal gehinderden op basis van beide neutraal (0), doordat de toename in de plansituatie en de tijdelijke situatie onder 5% blijft.

Tabel 6.19 Overzicht effectenscores trillingen op basis aantal trillingsgehinderden ten behoeve van de plan situatie. De percentuele toename is bepaald ten opzichte van het totaal aantal personen/adressen in het beoordeelde gebied.

Beoordelingscriterium	Referentiesituatie	Plan situatie zonder maatregelen	Plansituatie met maatregelen	
Aantal gehinderden op basis overschrijding V_{max}	2.080	2.138 (1%)	1995 (-1%)	0
Aantal adressen met een overschrijding van de Bts o.b.v. V_{per}	105	200 (3%)	126 (1%)	0

Tabel 6.20 Overzicht effectenscores trillingen op basis aantal trillingsgehinderden ten behoeve van de tijdelijke situatie. De percentuele toename is bepaald ten opzichte van het totaal aantal personen/adressen in het beoordeelde gebied.

Beoordelingscriterium	Referentiesituatie	Plansituatie	
Aantal gehinderden op basis overschrijding V_{max}	820	784 (-1%)	0
Aantal adressen met een overschrijding van de Bts o.b.v. V_{per}	1	15 (1%)	0

7 LEEMTEN IN KENNIS/INFORMATIE EN AANZET TOT MONITORING

7.1 Leemte in kennis en informatie

Dit hoofdstuk geeft aan op welk gebied leemten in kennis bestaan. Deze zijn hoofdzakelijk gebaseerd op onzekerheden die in de eerdere hoofdstukken naar voren zijn gekomen.

In beginsel zijn geen leemten in kennis en onzekerheden naar voren gekomen die van invloed zullen zijn op de besluitvorming. Wel bestaan er vanzelfsprekend - in dit stadium van de engineering en marktwerking - nog onzekerheden. In het voorliggend onderzoeksrapport is - indien bepaalde uitgangspunten nog niet duidelijk zijn - veelal uitgegaan van een "worst-case" situatie.

Leemten in kennis of onzekerheden voor trillingen zijn hieronder weergegeven:

- Op basis van de beschikbare informatie is een conservatieve inschatting gemaakt van het effect van de openbakconstructie op de trillingen. Echter is er hier in Nederland nog onvoldoende onderzoek uitgevoerd om de werking van de bak met zekerheid/exact te kunnen vaststellen.
- Ten behoeve van het model zijn op een aantal maatgevende locaties trillingsmetingen uitgevoerd ter kalibratie van het model. Echter kunnen er locatie specifieke eigenschappen/omstandigheden zijn waardoor er verschillen optreden tussen het model (benadering werkelijkheid) en de werkelijke optredende trillingen in de panden langs het spoor.

7.2 Aanzet tot monitoring

Het bevoegd gezag moet expliciet besluiten welke effecten gemonitord moeten worden en op welke manier. De monitoring betreft ook het aspect Trillingen. Om de trillingseffecten vanwege het project te beperken worden op enkele locaties trillingsmaatregelen getroffen. Deze trillingsmaatregelen zijn vastgelegd in het Ontwerp Tracébesluit PHS Meteren – Boxtel. Het effect van de trillingsmaatregelen is gebaseerd op een toekomstige prognose van (spoor)intensiteiten van het spoor tussen Meteren en Boxtel.

Monitoring heeft als doel milieueffecten te observeren of deze effecten overeenkomen, dan wel afwijken van de voorspelde effecten. Voor het beoordelen van trillingen als gevolg van bouwwerkzaamheden en wegverkeer wordt gebruik gemaakt van de SBR-richtlijn. Een monitoringsplan zal worden opgesteld om de bouwtrillingen te monitoren. Op kritieke locaties dienen de bouwtrillingen (bouwwerkzaamheden en eventueel zwaar bouwverkeer gemonitord te worden. Toetsing van de gemonitorde trillingen vindt plaats conform de SBR-richtlijn Trillingen deel A, B en C.

Aanvullend op de SBR-richtlijn worden de trillingen veroorzaakt door spoorverkeer uitgewerkt conform de Bts. Hierbij wordt gekeken naar de trillingssterkte v_{maxBTS} en de gemiddelde trillingssterkte over de tijd, v_{per} . Deze waarden worden getoetst aan de streef- en grenswaarden uit de Bts. Indien nodig worden er passende maatregelen afgewogen bij overschrijding van de grenswaarden.

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: D01021.000175
Onze referentie: 079311516 E