

**PHS METEREN-BOXTEL:**

**MB144-02 DEELONDERZOEK TRILLINGEN**

PRORAIL

30 januari 2014

077424667:D - Definitief

D01021.000175.0100





# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Aanpak en methodiek</b>	<b>5</b>
2.1	Beleidskader	5
2.2	Beoordelingskader	7
2.3	Methodiek	8
2.4	Uitgangspunten	11
<b>3</b>	<b>Huidige situatie en autonome ontwikkeling (2020/2030)</b>	<b>15</b>
3.1	Huidige situatie	15
3.2	Autonome ontwikkeling	18
<b>4</b>	<b>Alternatieven en varianten</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Aanpak en Effectbeoordeling varianten</b>	<b>23</b>
5.1	Methodiek	23
5.2	Boog Meteren	24
5.2.1	Effecten	24
5.2.2	Mitigerende en compenserende maatregelen	27
5.3	's-Hertogenbosch – Vught	28
5.3.1	Effecten	28
5.3.2	Mitigerende en compenserende maatregelen	34
<b>Bijlage 1</b>	<b>Uitgewerkte meetresultaten</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Beoordeling varianten Vught</b>	<b>39</b>
	<b>Colofon</b>	<b>65</b>



# 1 Inleiding

Voorliggend document beschrijft de resultaten van het deelonderzoek trillingen ten behoeve van de variantennota PHS Meteren – Boxtel. In dit document zijn voor twee plangebieden binnen het project de effecten op trillingen beschreven.

## *Plangebied*

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

1. de zuidwestboog bij Meteren en
2. de viersporigheid tussen 's-Hertogenbosch en Vught aansluiting en de vrije kruising bij Vught.

De omvang van het plangebied wordt bepaald door de ruimte die nodig is om de uitbreiding van het spoor en de mogelijke verdiepte ligging in Vught te realiseren. Het plangebied is weergegeven in Afbeelding 1 (zie volgende pagina) met een gele lijn.

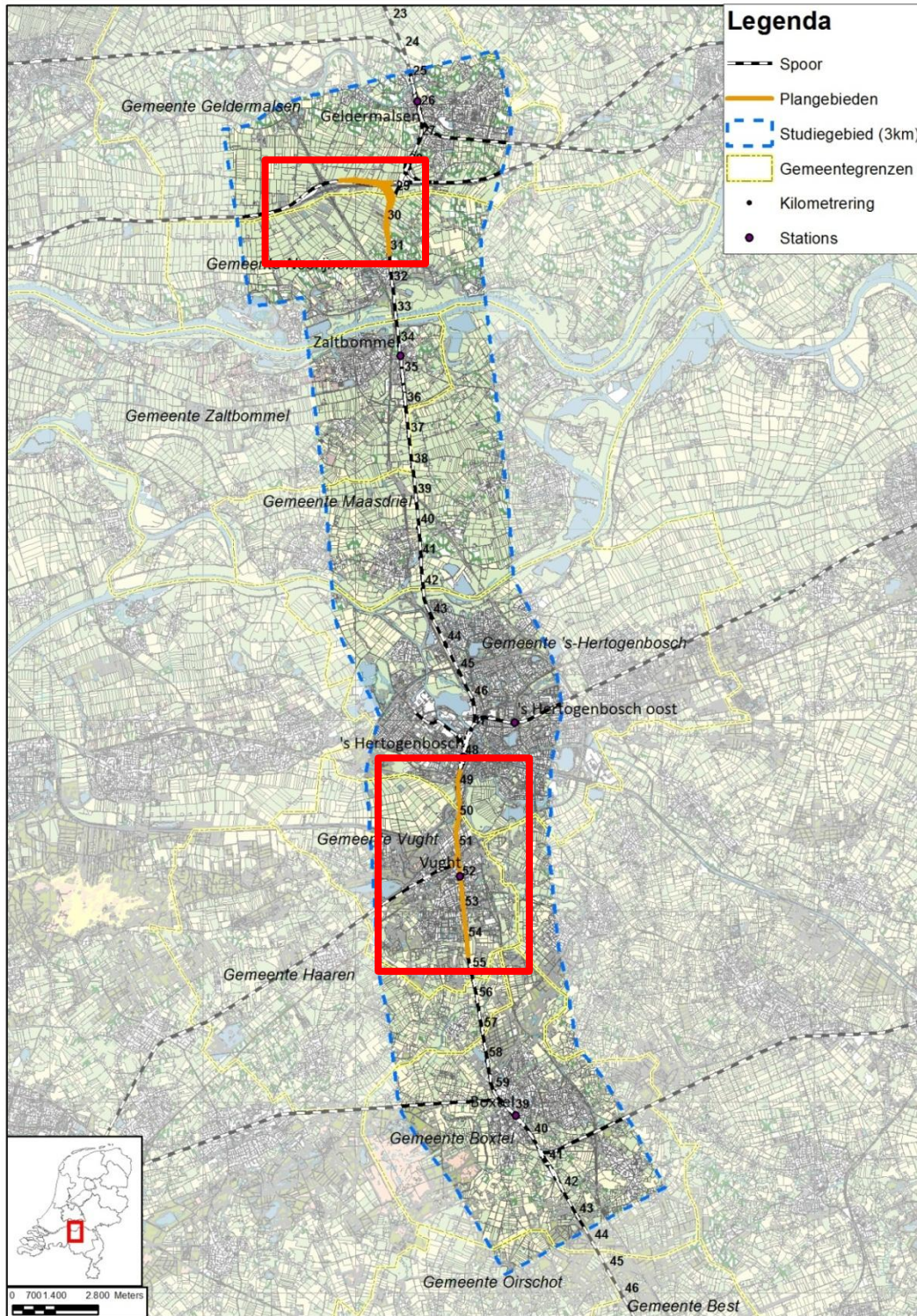
## *Studiegebied*

Het studiegebied is groter dan het plangebied en omvat het gebied waar de milieueffecten onderzocht worden als gevolg van de ingreep alsmede de gevolgen van het hiermee samenhangende andere spoorgebruik. In het studiegebied wordt ook gekeken naar eventuele mitigerende en compenserende maatregelen die op grond van de milieuonderzoeken naar voren komen.

Het studiegebied is weergegeven in Afbeelding 1 middels een blauwe stippellijn. Voor de variantenafweging zijn niet de effecten van het gehele studiegebied Meteren – Boxtel bepaald, maar is ingezoomd op de gebieden waar een keuze tussen varianten gemaakt dient te worden. Deze gebieden zijn globaal aangegeven in Afbeelding 1 (rood omkaderd).

## *Achtergronddocument 'Algemene toelichting'*

In het document 'Algemene toelichting bij deelonderzoeken ten behoeve van variantennota' (Kenmerk: MB140-01-01), is een uitvoerige inleiding gegeven van dit project. Hierin is onder andere het kader en de voorgenomen activiteit beschreven.



Abbeelding 1: Studiegebied Meteren – Boxtel en twee plangebieden.

# 2 Aanpak en methodiek

## 2.1 BELEIDSKADER

### Algemeen

In Nederland is geen wetgeving voor trillingen. In 2012 heeft de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu een Beleidsregel trillinghinder spoor (B.t.s.) opgesteld die nu als uitgangspunt geldt. Voordat de B.t.s. was opgesteld werd een andere beoordelingsmethode aangehouden om de effecten van trillingen door railverkeer te beoordelen. Deze methoden konden bestaan uit de SBR-richtlijn Trillingen of de Duitse normen de DIN 4150.

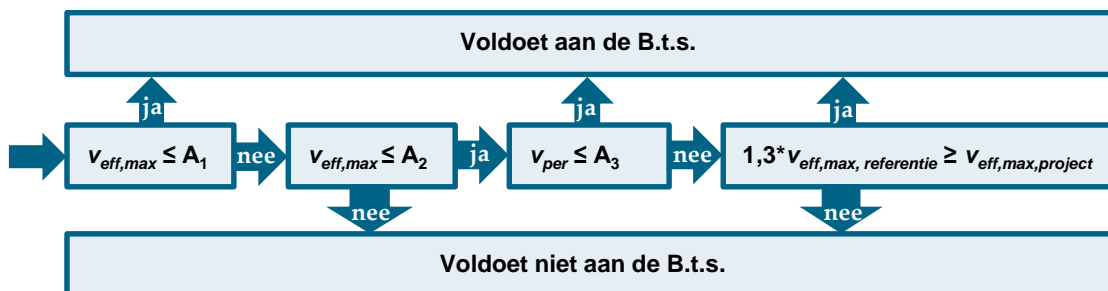
Op provinciaal/regionaal of gemeentelijk niveau is geen andere regelgeving bekend.

### Oordeel Raad van State over B.t.s.

De beoordelingsmethode zoals deze in de B.t.s. is omschreven is recentelijk verworpen door de Raad van State. Het bezwaar van de Raad van State betreft de wijze van (meet)dataverwerking en de begrenzing van het acceptabele trillingsniveau in de plansituatie. De gevolgen hiervan voor de voorliggende effectbeoordeling zijn beperkt. De beoordeling van de effecten betreft in dit geval een vergelijking van varianten en is daarmee een relatieve vergelijking. Dit betekent dat verwacht mag worden dat ook met een toetsingskader als de SBR-richtlijn Trillingen deel B Hinder voor personen in gebouwen een vergelijkbaar beeld zal ontstaan qua onderscheid tussen de varianten.

### Toelichting B.t.s.

De B.t.s. geeft een methode voor het toetsen van trillingshinder veroorzaakt door railverkeer. De toetsing van de trillingshinder gebeurt op basis van de dimensie loos gemaakte trillingsintensiteit  $v_{eff,max}$  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 B.t.s.. In het onderstaande stroomschema (figuur 1) is de toetsing weergegeven. Onder het stroomschema is een nadere toelichting hierop gegeven.



Figuur 1, Stroomschema toetsing B.t.s.

Hierin zijn de volgende dimensieloze grootheden gebruikt:

- $v_{eff,max}$ : de grootste waarde over de meetduur van de voortschrijdende effectieve gewogen momentane trillingsintensiteit (maximale waarde voor toetsing trillingsintensiteit)
- $v_{per}$ : trillingsintensiteit over de beoordelingsperiode bepaald op basis van het kwadratisch gemiddelde van de grootste waarden van  $v_{eff,max}$ . (gemiddelde waarde voor de trillingsintensiteit over de tijd, gebaseerd op de opgetreden maxima)
- $A_1$ : Streefwaarde B.t.s., zie tabel 2 en 3
- $A_2$  en  $A_3$ : Grenswaarden B.t.s., zie tabel 2 en 3

De B.t.s. geeft voor twee volgende situaties grens en streefwaarden:

- Nieuwe situatie: een situatie waarbij in de huidige situatie geen trillingsbron (bijvoorbeeld het spoor) aanwezig is die hinder oplevert en waarin dus wordt voldaan aan de grens- en streefwaarden voor deze situatie.
- Bestaande situatie: situatie waarbij in de huidige situatie al een trillingsbron (bijvoorbeeld het spoor) aanwezig is en waarbij een trillingsintensiteit optreedt die boven de grens- en streefwaarden van een 'nieuwe situatie' is gelegen.

Voor de toetsing van de bestaande situatie worden de volgende waarde voor  $A_1$ ,  $A_2$  en  $A_3$  (Tabel 1) gebruikt, bij een overschrijding (zie Figuur 1) wordt niet voldaan aan de B.t.s..

Gebouwfunctie	Dag/avond			Nacht		
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_1$	$A_2$	$A_3$
Gezondheidszorg, wonen	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1
Kantoor, onderwijs en bijeenkomsten	0,3	1,2	0,15	0,3	1,2	0,15

Tabel 1 Grens en streefwaarden bestaande situatie

In de toetsing van een bestaande situatie worden hogere streef- en grenswaarden gehanteerd dan voor de toetsing van een nieuwe situatie, zie Tabel 2.

Gebouwfunctie	Dag/avond			Nacht		
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_1$	$A_2$	$A_3$
Gezondheidszorg, wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Kantoor, onderwijs en bijeenkomsten	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07

Tabel 2 Grens en streefwaarden nieuwe situatie

De te hanteren grens- en streefwaarden van de toekomstige situatie zijn afhankelijk van het resultaat van de toetsing van de huidige situatie. Er zijn drie situaties:

- De  $v_{eff,max}$  en de  $v_{per}$  voldoen aan de toetsingswaarden van een 'nieuwe situatie' (geen hinder), in deze situatie gelden voor de toekomstige situatie de toetsingswaarden 'nieuwe situatie'.
- De  $v_{eff,max}$  en  $v_{per}$  liggen boven de toetsingswaarden voor een 'nieuwe situatie' maar voldoen wel aan de toetsingswaarde voor de 'bestaande situatie'. Hier geldt dat de huidige situatie maatgevend is, en de toetsingswaarde vormen.
- De  $v_{eff,max}$  en  $v_{per}$  liggen boven de grenswaarden van de 'bestaande situatie'. In dit geval dient voor de toekomstige situatie de toetsingswaarde voor een 'bestaande situatie' te worden aangehouden.



Bij een overschrijding van de grenswaarden geeft de B.t.s. een vervolgstap. Hierin wordt beschouwd welke toename er is in de  $v_{eff,max}$ . Daarbij stelt de B.t.s. dat een toename van de 30% toelaatbaar is (factor 1,3 in stroomschema). De achterliggende gedachte is hierbij dat uit studies is gebleken dat een toename in trillingsintensiteit van circa 30% niet waarneembaar is.

Voor de beoordeling van de trillingen is per traject het aantal panden bepaald dat in de huidige situatie en toekomstige situatie trillingshinder ondervindt. Op basis van het verschil in aantal panden waarin hinder kan worden ondervonden, wordt beschouwd of er een positief of negatief effect optreedt.

## 2.2 BEOORDELINGSKADER

De B.t.s. vormt het beoordelingskader voor de trillingen veroorzaakt door railverkeer. De methode uit de B.t.s. is als hulp middel gebruikt bij het effectenonderzoek. Het effecten onderzoek is voor dit aspect primair gericht op het onderscheidend vermogen van de alternatieven. De onderzoeksaspecten worden daarom in deze fase uitgewerkt op het detailniveau dat bepalend is voor de keuze van de alternatieven en een eerste kosten inschatting. Voor het beoordelen van de effecten van de alternatieven voor het aspect trillingen wordt het beoordelingskader van Tabel 3 gehanteerd. Onder de tabel wordt het gehanteerde criterium toegelicht.

Thema	Aspect	Criterium	Uitgedrukt in
Trillingen	Trillingshinder	Verbetering of verslechtering t.o.v. de B.t.s.	Aantal gebouwen waar conform de B.t.s. een overschrijding of een verlaging van de trillingsintensiteit optreedt

Tabel 3 Beoordelingskader Trillingen

Het criterium toetst of in de bebouwing langs het spoor trillingshinder kan worden verwacht, op basis van een grens- en streefwaarde. Aanvullend toetst de B.t.s. de trillingsintensiteit ten opzichte van de huidige situatie. Hiermee kan worden bepaald of de intensiteit van de trillingen in een gebouw gelijk blijft, verlaagd zal worden of verhoogd zal worden tot een overschrijding van de B.t.s. in de project situatie ten opzichte van de referentie situatie.

Om de invloed van de trillingen in de omgeving van het spoor te kunnen beoordelen is beschouwd hoeveel panden in de referentiesituatie trillingshinder ondervinden en of dit aantal in de projectsituatie stijgt of daalt. Op basis van het verschil in aantal panden waarin personen mogelijk trillingshinder ondervinden is de volgende beoordelingschaal opgesteld, zie tabel 4. De klasse-indeling is tot stand gekomen op basis van expert judgement.

Score	Aantal gehinderde panden	Toelichting
+++	60 panden of minder/km gehinderd	Zeer positief ten opzichte van de referentiesituatie
++	15 panden of minder/ km gehinderd	Positief ten opzichte van de referentiesituatie
+	1 of meer panden minder/km gehinderd	Licht positief ten opzichte van de referentiesituatie
0	Gelijkblijvende situatie	Neutraal
-	1 pand of meer/km gehinderd	Licht negatief ten opzichte van de referentiesituatie
--	15 panden of meer/km gehinderd	Negatief ten opzichte van de referentiesituatie
---	60 panden of meer/km gehinderd	Zeer negatief ten opzichte van de referentiesituatie

Tabel 4 Zevenpuntschaal bij effectbeoordeling trillingen

In de beoordeling van de trillingen is het aspect 'schade' niet meegenomen. Hiervoor is gekozen, omdat hinder al bij een lagere trillingsintensiteit kan optreden en daarmee bepalend is.

## 2.3 METHODIEK

### *Werkwijze*

De voorliggende effectmemo is opgesteld ten behoeve van de variantennota. Later zal deze variantennota worden uit gebreid tot het MER. Voor het MER zijn de volgende drie situaties van belang voor de toetsing van het effect van de trillingen op de omgeving:

- Huidige situatie
- Referentie situatie (Situatie na autonome groei)
- Project situatie (Toekomstige situatie)

Het trillingsniveau in de huidige situatie is in kaart gebracht met behulp van trillingsmetingen op locatie. In vervolg hierop is op basis van de huidige situatie, met inachtneming van de wijzigingen in het aantal treinen de referentie situatie van 2020/2030 bepaald. Op vergelijkbare wijze is daarna ook de projectsituatie bepaald.

Om het effect tussen de varianten te bepalen, is de projectsituatie vergeleken met de referentie situatie. Op de locaties waar de B.t.s. in de project situatie wordt overschreden is ingeschat of er lichte, middel zware of zware maatregelen benodigd zijn om de trillingen te dempen tot acceptabel niveau (conform B.t.s.).

### *Aanpak Trillingsprognose*

Bij het bepalen van de huidige situatie is de volgende stapsgewijze aanpak toegepast:

1. Inventarisatie onderscheidende aspecten per tracédeel
  - a. Aanwezigheid bebouwing
  - b. Functie van bebouwing
  - c. Variatie in grondopbouw
  - d. Aanpassingen ligging sporen
    - Tijdelijke aanpassingen
    - Definitieve aanpassingen
2. Op basis van de bovenstaande punten bepalen van representatieve meetlocaties, namelijk: (zie pijlen in figuur 2)
  - a. Waardenburg, km 31.5, (representatief voor traject Meteren-Zaltbommel)
  - b. Hedel, km 41 (representatief voor Zaltbommel-'s-Hertogenbosch Noord)
  - c. 's-Hertogenbosch km 49 (representatief zuiden 's-Hertogenbosch).
  - d. Vught noord km 50.5 (representatief voor Vught Noord-Vught)
  - e. Vught km 52.5 (representatief voor Vught-Esch)
  - f. Boxtel, km 59.5 (representatief voor Boxtel)
3. Uitvoeren trillingsmetingen tussen 15 juli 2013 en 26 juli 2013 op de verschillende locaties
4. Uitwerken meetdata conform B.t.s.

Vervolgens zijn de volgende stappen gezet voor de trillingsprognose en de toetsing:

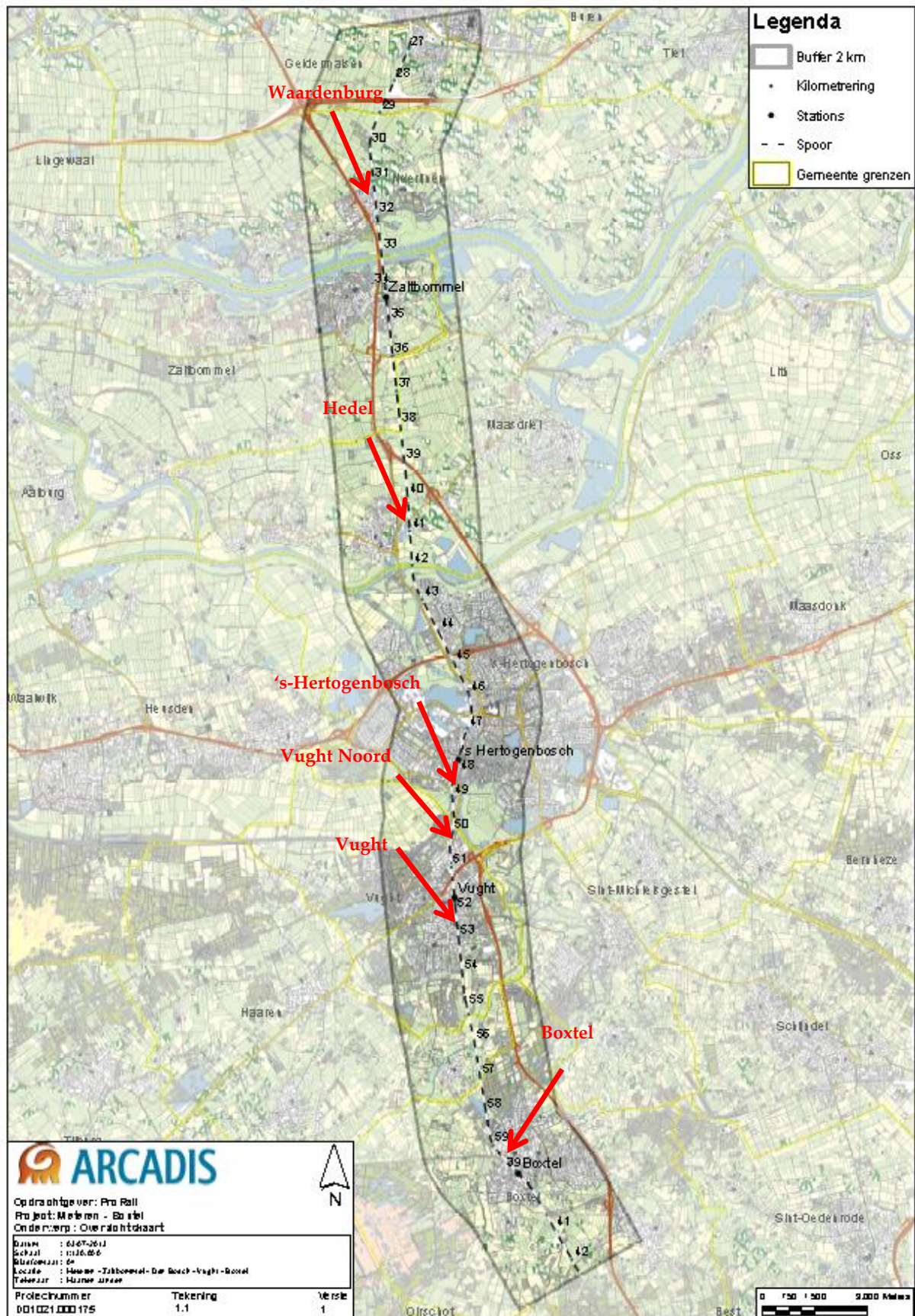
1. Predictie van toekomstige trillingsniveaus
2. Beschrijving huidige en autonome situatie
  - a. Bepalen in hoeveel panden trillingshinder kan optreden
  - b. Beschrijving van de bestemmingen van de panden waar personen mogelijk trillingshinder ondervinden

Uiteindelijk is in vervolg op de bovengenoemde stap 1 met behulp van een analytisch model een predictie gemaakt van de trillingsintensiteit ter plaatse van de bebouwing in de toekomstige situatie (projectsituatie).

Vervolgens is beschouwd op welke locaties de varianten qua trillingsanalyse onderscheidend zijn, om hier nader op in te kunnen gaan. Op twee locaties treden er voor het thema trillingen verschillen op tussen de varianten, namelijk:

- De boog bij Meteren km 28 t/m km 31
- De varianten van de verdiepte ligging bij Vught km 50 t/m km 55

Op de overige trajecten zijn de varianten voor het thema trillingen niet onderscheidend.



Figuur 2, Locaties trillingsmetingen en kilometreringsbestaande sporen

## 2.4 UITGANGSPUNTEN

### *Algemene uitgangspunten*

De huidige situatie is met behulp van een zestal nulmetingen langs het spoor tussen Meteren en Boxtel in kaart gebracht. Deze nul metingen zijn uitgevoerd tussen 15 juli 2013 en 26 juli 2013. De metingen hebben per locatie tussen de 4 en 8 dagen geduurd.

Over de periode dat de nulmetingen zijn uitgevoerd zijn passage tijden van de goederentreinen verkregen. Op basis van deze lijsten is in geschat dat er gedurende de meetduur voldoende (5 of meer goederentreinen per dag) goederentreinen zijn gepasseerd per meetlocatie om een representatief beeld te verkrijgen van de trillingen op de locatie.

Het trillingen onderzoek kijkt met name naar de maatgevende verschillen tussen de huidige en toekomstige situatie. In het voorliggende onderzoek naar effecten van trillingen zijn de volgende aspecten beschouwd:

- Verplaatsing van de sporen
- Aantal en type goederentreinen
- Aanleg tunnels en kunstwerken
- Vervoersprognoses (nader toegelicht in de volgende subparagraaf)

Naast de bovengenoemde aanpassingen is daarnaast aangehouden dat de volgende aspecten geen maatgevende verschillen tussen de huidige en toekomstige situaties geven in het milieu effect:

- Verschil in type dwarsligger
- Verschil in het type personen treinen
- Kwaliteit van het spoor (vlakheid en verkanting)

Opgemerkt wordt dat het gebied rond station 's-Hertogenbosch al eerder is beschreven in het Tracébesluit Sporen Den Bosch en daarom buiten de metingen is gelaten. Voor dit gebied is de huidige situatie (nulsituatie) al eerder beschreven. Deze beschrijving (TNO, Sporen in Den Bosch, Trillingsonderzoek, Update: Vergroot onderzoeksgebied, TNO-034-DTM-2011-00463, 4 maart 2011) is als basis voor de beoordeling in het kader van de MER gebruikt.

### *Invloedsgebied*

Over het gehele spoor tussen Meteren en Boxtel komen door de aansluiting op de Betuwe route meer goederentreinen te rijden dan in de huidige situatie. Hierdoor zal over het gehele traject de trillingsintensiteit kunnen veranderen. Echter is in de effecten memo alleen gekeken naar de locaties waar verschillende varianten van toepassing zijn. Dit betreffende volgende twee locaties:

- Boog bij Meteren
- Tunnelvarianten in Vught

De voelbare trillingen die goederentreinen veroorzaken worden door de grond gedempt. Hoe groter de afstand tot het spoor des te meer de trilling wordt gedempt. Op een afstand van meer dan 100 m wordt op basis van vergelijkbare studies gesteld dat trillingen zodanig gedempt zijn dat dit geen hinder geeft. Binnen de 100 m kan hinder op basis van ervaring niet worden uitgesloten, maar veelal is de invloedssfeer van de trillingen minder dan 50 m.

Binnen dit gebied zijn locatie specifieke omstandigheden (karakteristieken van respectievelijk bron, bodem, gebouw) bepalend. Het beschouwde studiegebied aan weerszijden van het spoor is aangehouden op 50 m, tenzij uit de trillingsprognose blijkt dat het invloedsgebied groter is.

### *Opzet prognose*

Het gebruikte prognosemodel is opgebouwd uit verschillende onderdelen. Er zijn onderdelen waarvoor geen verschil in trillingsintensiteit wordt verwacht en er zijn onderdelen waar wel verschillen in de trillingsintensiteit worden verwacht. Onderstaand zijn de verschillende onderdelen nader toegelicht.

### *Goederentreinen*

Voor de bepaling van de toekomstige situatie is nagegaan of de meetwaarden van de goederentreinen op de verschillende trajecten onderling vergelijkbaar zijn. Alleen de meting in Vught geeft aan dat daar de trillingsintensiteit van de goederentreinen relatief gezien lager is dan op de overige locaties. Vervolgens zijn de goederentreinen die in Boxtel gepasseerd zijn onderling vergeleken. De treinen uit en in de richting Vught geven een circa 1,6 maal lagere waarde dan de treinen uit en in de richting Tilburg. Voor Vught zal in de toekomstige situatie een hogere waarde voor  $v_{eff,max}$  van de toekomstige goederentreinen worden aangehouden om dit te compenseren in de toekomstige situatie.

### *Verdiepte ligging*

Om een inschatting te maken van de invloed van de verdiepte ligging op de trillingen veroorzaakt door railverkeer is een literatuurstudie gedaan voor twee vergelijkbare spoortunnels (TNO Bouw, Trillingen en laagfrequent geluid van rail- en wegverkeer rond nieuw tracé RW335 in Nijverdal, 2002-CI-R2174, 16 juli 2003 en Combinatie TCE/Haskoning/Verebus, OTB Vrije spoor kruising Amersfoort –West, Prognoseonderzoek trillingen, TCE596-1, 25 februari 2010). Uit deze studie blijkt dat theoretisch gezien de tunnel, wanneer geen eigenfrequenties in van de tunnel worden aangeslagen, een dempend effect op de trillingen zal hebben. Dit wordt veroorzaakt door de grote massa van de tunnel die in trilling gebracht moet worden en doordat de tunnel een extra stijve laag vormt ten opzichte van de situatie met een vrije baan. Uit praktijkmetingen aan een vrije baan en de tunnel in Best blijkt echter dat gemiddeld genomen de trillingen in een tunnel vergelijkbaar zijn met die van de situatie van een vrije baan. Voor de verdiepte ligging zal dit uitgangspunt worden aangehouden.

### *Sporen*

Om een verdiepte ligging van het spoortracé aan te kunnen leggen op ongeveer de locatie van de huidige sporen, zal een tijdelijk spoor aangelegd moeten worden. Het tijdelijke spoor zal op dezelfde wijze bereden moeten kunnen worden en zal dus aan de gelijke geotechnische eisen moeten voldoen als het huidige spoor. Op basis hiervan mag er vanuit worden gegaan dat een tijdelijk spoor vergelijkbaar is met het huidige spoor in de predictie.

Opgemerkt wordt dat naast de beoordeling van de projectsituatie tevens de tijdelijke situatie met verlegde sporen is beschouwd, aangezien de verlegging van de sporen gedurende een periode van naar schatting 2 jaar tot 3 jaar in dienst zal zijn.

### *Groei aantal treinen*

In aansluiting op het bepalen van de huidige situatie op basis van metingen is de situatie na autonome groei bepaald. De autonome groei bestaat uit een toename van de passagiers en goederentreinen, waarbij mag worden aangenomen dat dit vergelijkbare treinen zijn als in de huidige situatie. Hierdoor zal de maximale waarde van de trillingsintensiteit  $v_{eff,max}$ , gelijk blijven en de 'gemiddelde waarde' van de trillingsintensiteit  $v_{per}$  verhogen.

Om het effect van de autonome groei op de  $v_{per}$  te bepalen is op elk van de meetlocaties per goederentrein de waarde van de trillingsintensiteit uit de data afgeleid. Vervolgens is per locatie het aantal goederentreinen overeenkomstig de autonome groei gehanteerd en is de  $v_{per}$  voor deze situatie bepaald.

De autonome groei is bepaald op basis van het aantal gepasseerde goederentreinen (gemiddeld per dag) tijdens de periode van in totaal 2,5 week waarin de trillingsmetingen plaatsvonden en de Uitgangspunten notitie MER en TB Meteren Boxtel. Het aantal reizigerstreinen zal licht stijgen, maar door het beperkte (relatief snel uitgedempte trilling) effect hiervan, is deze groei voor de autonome situatie ten opzichte van de huidige situatienavenant klein. Met name de groei van het goederenvervoer zal invloed hebben op de  $v_{per}$  in de referentiesituatie en de projectsituatie.

### *Vervoersprognose*

De omvang van het toekomstig goederenvervoer is door ProRail vastgesteld in een bandbreedte gebaseerd op diverse scenario's: bij lage en bij hoge economische ontwikkeling.

Voor de effectberekeningen is uitgegaan van de hoogste (meest ongunstige) treinaantallen in referentiesituatie 2020/2030 (Bron: Uitgangspunten MER en OTB onderzoek MER PHS Meteren-Boxtel, 11 juli 2013), zie Tabel 5.

Voor de huidige situatie is uitgegaan van de gemiddelde aantallen passerende treinen per etmaal zoals opgenomen in Tabel 5. Deze cijfers zijn afgeleid van de gegevens voor de referentie- en projectsituatie zoals opgenomen in de rapportage 'Uitgangspunten MER en OTB onderzoek MER PHS Meteren-Boxtel, 11 juli 2013).

Traject	Huidige situatie	Referentie 2020/2030	Hoogste aantal in projectsituatie 2020/2030
Meteren – Diezebrug aansluiting	264	288	288
Diezebrug aansluiting – 's-Hertogenbosch	400	432	432
's-Hertogenbosch – Vught aansluiting	398	432	432
Vught aansluiting – Boxtel	260	288	288

Tabel 5 Maximaal aantal reizigerstreinen per etmaal in beide richtingen in de huidige situatie, referentie 2020/2030 (zonder PHS Meteren-Boxtel) en projectsituatie 2020/2030.

Voor het aantal treinen in de dag, avond en nacht zijn de in de metingen gepasseerde aantallen aangehouden. Hierbij is de volgende dagindeling conform de B.t.s. gehanteerd:

- Dag            7.00 uur – 19.00 uur
- Avond        19.00 uur – 23.00 uur
- Nacht        23.00 uur – 7.00 uur

Op het spoor tussen Meteren en Boxtel zal met name het aantal goederentreinen worden verhoogd terwijl het aantal reizigerstreinen gelijk blijft. Voor de beoordeling van de huidige situatie is uitgegaan van het gemiddelde aantal goederentreinen dat per etmaal gedurende de trillingsmetingen is gepasseerd. In tabel 6 zijn de aantallen goederentreinen per dag weergegeven voor de huidige situatie, de referentiesituatie en de projectsituatie.

Traject	Km -km	Meetlocaties	Huidige aantal	Referentie 2020 / 2030	Hoogste aantal in projectsituatie 2020/2030
Meteren – Diezenbrug (’s-Hertogenbosch)	28.6 – 47.0	Waardenburg	6	9	82
		Hedel	9		
Diezenbrug (’s-Hertogenbosch) - Station ’s-Hertogenbosch	47.0 – 47.9	-	Zie TNO rapport	20	86
Station ’s-Hertogenbosch - Vught aansluiting	47.9 – 51.1	’s-Hertogenbosch Zuid	10	20	86
		Vught Noord	11		
Vught aansluiting - Boxtel	51.1 – 59.4	Vught	5	9	81
Boxtel	59.4 – 39.1	Boxtel	40	- *	-*

Tabel 6 Maximaal aantal goederentreinen per etmaal in beide richtingen in de huidige situatie, referentie 2020/2030 (zonder het PHS-project Meteren – Boxtel) en projectsituatie 2020/2030

\* Geen gegevens beschikbaar

Voor de goederentreinen is aangenomen dat zij verspreid over de dag zullen gaan rijden. Het aantal goederentreinen per dag is naar rato van het aantal uren in de dag-, avond- of nachtperiode verdeeld.

#### *Aanname worst case*

In dit trillingsonderzoek is uitgegaan van de meest ongunstige aannamen:

- Het maximaal aantal treinen (meest ongunstig scenario) in 2020-2030
- Type materieel: zwaarste categorie goederenmaterieel

Nadat een principe keuze is gemaakt tussen varianten zal een verdiepingsslag volgen. Hieruit zou kunnen blijken dat de aannames kunnen worden bijgesteld.



# 3

## Huidige situatie en autonome ontwikkeling (2020/2030)

### 3.1 HUIDIGE SITUATIE

#### *Algemeen*

Onderstaand wordt per deeltraject de huidige situatie beschreven in een tabel. De tabel bestaat uit de volgende kolommen en dient als volgt te worden gelezen:

- Afstand tot spoor: Hier staat de afstand gemeten vanaf het buitenste spoor. Op deze afstand is de trillingsintensiteit bepaald
- $v_{eff,max}$ : Trillingsintensiteit bepaald voor de huidige situatie op basis van de uitgevoerde metingen langs het spoor. Alleen de maatgevende  $v_{eff,max}$  is weergegeven, in het voorliggende geval is dat de  $v_{eff,max}$  uit de dagperiode.
- $v_{per}$ : Kwadratisch gemiddelde van de trillingsintensiteit over de beoordelingsperiode. Ook hier is de maatgevende dag periode gepresenteerd.
- Aantal panden 'Wonen': De toetswaarden van de B.t.s. zijn in verschillende categorieën ingedeeld, één daarvan is wonen. Hieronder vallen gebouwen uit de gezondheidszorg en woongebouwen. Het aantal panden in deze kolom is het aantal gebouwen uit de categorie die langs het spoor staan en waarin personen op basis van de huidige metingen mogelijk trillingshinder ondervinden. De panden waarin geen hinder wordt verwacht zijn niet geteld
- Aantal panden 'Kantoor': De toetswaarden van de B.t.s. zijn in verschillende categorieën ingedeeld, één daarvan is kantoor. Hieronder vallen gebouwen voor bijeenkomsten, onderwijs en kantoren. Het aantal panden in deze kolom is het aantal bedrijfspanden uit de categorie die langs het spoor staan en waarin personen op basis van de huidige metingen mogelijk trillingshinder ondervinden.
- Opmerkingen: Niet alle panden zijn in de BAG gelabeld. Hierdoor kan het zijn dat de bestemming van een gebouw niet bekend is. Veelal betreffen dit gebouwen als loodsen, transformatorhuisjes e.d. waar trillingen niet voor hinder getoetst behoeven te worden.

De waarden van de trillingsintensiteit,  $v_{eff,max}$  en de  $v_{per}$  is gebaseerd op de interpretatie en interpolatie van de trillingsmetingen. Uit de trillingsmetingen blijkt dat de  $v_{eff,max}$  met name wordt bepaald door de trillingsintensiteit van een aantal goederentreinen.

De panden langs het spoor waar op basis van de metingen geen trillingshinder wordt verwacht zijn niet in de onderstaande tabellen opgenomen. Langs het spoor staan dus meer gebouwen dan in de tabellen is zijn terug te vinden.

#### **Meteren-Waardenburg (km 28.6 – km 33.4)**

In het gebied tussen Meteren en de Waal is op korte afstand tot het spoor (<50 m) alleen bebouwing in Waardenburg (km 31.6 – km 31.8) gelegen. In Tabel 7 is het aantal gebouwen weergegeven waarin bewoners of gebruikers op basis van de metingen mogelijk hinder ondervinden van trillingen veroorzaakt door railverkeer.

Afstand tot spoor [-]	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Opmerkingen
10	0,98	0,17	0	0	
15	0,64	0,11	0	0	1 pand valt buiten wonen en kantoor
20	0,44	0,07	0	0	
25	0,32	0,04	0	0	
30	0,23	0,03	0	0	
35	0,17	0,02	0	0	
40	0,13	0,01	0	0	
45	0,10	0,01	0	0	
50	0,07	0,01	0	0	

Tabel 7 Meteren-Waardenburg, huidige situatie

#### **Zaltbommel-'s-Hertogenbosch noord (km 33.4-km 45.8)**

In het gebied tussen de Waal en de noordzijde van 's-Hertogenbosch (overweg bij Orthen) is op een aantal over het traject verspreide locaties enige bebouwing binnen 50 m van het spoor gelegen. In Tabel 8 is het aantal gebouwen weergegeven waar door bewoners of gebruikers mogelijk hinder wordt ondervonden van trillingen veroorzaakt door railverkeer.

Afstand tot spoor [-]	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Opmerkingen
10	0,83	0,20	2	2	3 panden(loosden) die buiten Wonen en Kantoren vallen,
15	0,57	0,13	3	1	2 panden buiten wonen en kantoren vallen
20	0,42	0,09	0	0	
25	0,31	0,07	0	0	
30	0,24	0,05	0	0	
35	0,19	0,04	0	0	
40	0,15	0,03	0	0	
45	0,12	0,02	0	0	
50	0,09	0,02	0	0	

Tabel 8 Zaltbommel-'s-Hertogenbosch Noord, huidige situatie

#### **'s-Hertogenbosch (km 45.8-km 48.9)**

In de rapporten Sporen in Den Bosch Trillingsonderzoek (Update: vergroot onderzoeksgebied, TNO-034-DTM-2011-00463, 4 maart 2011) van TNO is de nulsituatie (situatie voor het project Sporen Den Bosch) beschreven voor het gedeelte tussen de overweg bij Orthen tot aan de kruising met het Drongelens kanaal.

**'s-Hertogenbosch zuid (km 48.9 – km 50.0)**

Aan de zuidkant van 's-Hertogenbosch, tussen de kruising met het Drongelens kanaal en de kruising van het spoor met de Postweg, is met name aan de oostzijde bebouwing gelegen binnen een afstand tot 50 m uit het spoor. In Tabel 9 is het aantal gebouwen weergegeven waar door bewoners of gebruikers mogelijk hinder wordt ondervonden van trillingen veroorzaakt door railverkeer.

Afstand tot spoor [-]	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per, dag}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Opmerkingen
10	0,67	0,21	0	1	3 panden(schuren) die buiten wonen en kantoren vallen
15	0,47	0,14	0	0	3 panden(schuren) die buiten wonen en kantoren vallen
20	0,35	0,10	0	0	
25	0,27	0,08	0	0	
30	0,21	0,06	0	0	
35	0,17	0,05	0	0	
40	0,14	0,04	0	0	
45	0,11	0,03	0	0	
50	0,09	0,02	0	0	

Tabel 9 's-Hertogenbosch Zuid, huidige situatie

**Vught noord (km 50.0 - km 51.1)**

Aan de noordkant van Vught, in het gebied tussen de Postweg en de Michiel de Ruyterweg, is aan beide zijden van het spoor veel bebouwing gelegen binnen een straal van 50 m.

In Tabel 10 is het aantal gebouwen weergegeven waar door bewoners of gebruikers mogelijk hinder wordt ondervonden van trillingen veroorzaakt door railverkeer.

Afstand tot spoor [-]	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per, dag}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Opmerkingen
10	0,84	0,26	0	0	
15	0,59	0,18	0	0	1 pand (transformator) valt buiten wonen en kantoor
20	0,44	0,13	20	0	1 pand valt buiten wonen en kantoor
25	0,34	0,10	0	0	
30	0,27	0,07	0	0	
35	0,21	0,06	0	0	
40	0,17	0,05	0	0	
45	0,14	0,04	0	0	
50	0,11	0,03	0	0	

Tabel 10 Vught Noord, huidige situatie

**Vught-Esch (km 51.1- km 59.4)**

Het traject tussen Vught en Boxtel kan in drie delen worden opgesplitst. De zuidkant van Vught waar aan beide zijden van het spoor, maar met name aan de west kant, bebouwing is gelegen. Het middelste stuk tussen Vught en Boxtel nabij Esch. Op dit traject is weinig bebouwing binnen 50 m van het spoor gelegen. En het laatste gedeelte in Boxtel, waar met name aan de oostzijde bebouwing is gelegen in het gebied tot 50 m van het spoor.

In Tabel 11 is het aantal gebouwen weergegeven waar door bewoners of gebruikers mogelijk hinder wordt ondervonden van trillingen veroorzaakt door railverkeer.

Afstand tot spoor [-]	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per, dag}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Opmerkingen
10	0,36	0,04	0	0	
15	0,29	0,03	0	0	
20	0,25	0,02	0	0	
25	0,23	0,02	0	0	
30	0,21	0,01	0	0	
35	0,19	0,01	0	0	
40	0,18	0,01	0	0	
45	0,17	0,01	0	0	
50	0,16	0,01	0	0	

Tabel 11 Vught-Esch, huidige situatie

#### *Aansluiting Boxtel (km 59.4 – km 39.1)*

Rond km 59.4 komen de sporen vanuit Tilburg en de sporen vanuit 's-Hertogenbosch bij elkaar. Tussen deze aansluiting en station Boxtel is dit gedeelte gelegen.

In Tabel 12 is het aantal gebouwen weergegeven waar door bewoners of gebruikers mogelijk hinder wordt ondervonden van trillingen veroorzaakt door railverkeer.

Afstand tot spoor [-]	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per, dag}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Opmerkingen
10	0,98	0,27	2	1	10 panden vallen buiten wonen en kantoor
15	0,74	0,21	2	0	6 panden vallen buiten wonen en kantoor
20	0,59	0,17	8	0	8 panden vallen buiten wonen en kantoor
25	0,49	0,14	11	1	2 panden vallen buiten wonen en kantoor
30	0,41	0,11	0	0	
35	0,30	0,08	0	0	
40	0,30	0,08	0	0	
45	0,26	0,07	0	0	
50	0,23	0,06	0	0	

Tabel 12 Boxtel, huidige situatie

## 3.2 AUTONOME ONTWIKKELING

### *Algemeen*

In de toekomstige situatie zullen, ook als er geen zuidwestboog bij Meteren komt, meer goederentreinen gaan rijden op het spoortraject tussen Meteren en Boxtel. Dat betekent, dat de piekwaarde,  $V_{\text{eff, max}}$ , niet verandert en deze voor de huidige en toekomstige situatie gelijk blijft. De  $V_{\text{per}}$  zal door het verhogen van het aantal goederentreinen wel gaan verhogen, doordat er vaker een hoge cumulatieve trillingsintensiteit optreedt.

Om de effecten van deze autonome groei te bepalen, zijn uit de meetdata die als onderbouwing dient van de huidige situatie de goederentreinen gefilterd. Vervolgens is per deeltraject een  $v_{eff,max}$  bepaald voor de goederentreinen. Met behulp van deze waarde is de  $v_{per}$  in de toekomstige situatie ingeschat.

De opgenomen groei van het goederenvervoer voor de autonome situatie is beschreven in paragraaf 2.4.

#### **Meteren-Waardenburg (km 28.6 – km 33.0)**

Doordat er geen (sterke) stijging van het aantal goederentreinen per dag in de situatie na autonome groei wordt verwacht treden er tussen de huidige en toekomstige situatie geen verschillen op. In tabel 13 is de autonome situatie voor trillingen beschreven. Voor een beschrijving voor het lezen van de tabellen wordt verwezen naar paragraaf 3.1 huidige situatie.

Afstand tot spoor [-]	$V_{eff,max}$ [-]	$V_{per}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Opmerkingen
10	0,98	0,17	0	0	
15	0,64	0,11	0	0	1 pand valt buiten wonen en kantoor
20	0,44	0,07	0	0	
25	0,32	0,04	0	0	
30	0,23	0,03	0	0	
35	0,17	0,02	0	0	
40	0,13	0,01	0	0	
45	0,10	0,01	0	0	
50	0,07	0,01	0	0	

Tabel 13 Meteren-Waardenburg, autonome situatie

#### **Zaltbommel-'s-Hertogenbosch Noord (km 33.0 – km 45.8)**

Op het traject tussen Zaltbommel en de noordkant van 's-Hertogenbosch (tot Orthen) zal het goederentrein verkeer in de autonome situatie niet toenemen. In Tabel 14 is de autonome situatie voor trillingen beschreven.

Afstand tot spoor [-]	$V_{eff,max}$ [-]	$V_{per}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Opmerkingen
10	0,83	0,20	2	2	3 panden(loodsen) die buiten Wonen en Kantoren vallen,
15	0,57	0,13	3	1	2 panden buiten wonen en kantoren vallen
20	0,42	0,09	0	0	
25	0,31	0,07	0	0	
30	0,24	0,05	0	0	
35	0,19	0,04	0	0	
40	0,15	0,03	0	0	
45	0,12	0,02	0	0	
50	0,09	0,02	0	0	

Tabel 14 Zaltbommel-'s-Hertogenbosch Noord, autonome situatie

### 's-Hertogenbosch Zuid (km 48.9 – km 50.0)

Op het spoortraject aan de zuidkant van 's-Hertogenbosch gaan in de situatie na autonome groei meer goederentreinen rijden. Dit effect wordt beschreven in Tabel 15.

Afstand tot spoor [-]	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
10	0,67	0,27	0	1	3 panden(schuren) die buiten wonen en kantoren vallen
15	0,47	0,19	0	0	3 panden(schuren) die buiten wonen en kantoren vallen
20	0,35	0,14	0	0	7 panden(schuren) die buiten wonen en kantoren vallen
25	0,27	0,10	0	0	
30	0,21	0,08	0	0	
35	0,17	0,06	0	0	
40	0,14	0,05	0	0	
45	0,11	0,04	0	0	
50	0,09	0,03	0	0	

Tabel 15 's-Hertogenbosch Zuid, autonome situatie

### Vught Noord (km 50.0-km 51.1)

Op het traject tussen 's-Hertogenbosch en de aansluiting Vught zal het goederentrein verkeer in de autonome situatie toenemen. In Tabel 16 is de autonome situatie voor trillingen beschreven.

Afstand tot spoor [-]	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per, dag}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
10	0,84	0,29	0	0	
15	0,59	0,20	0	0	1 pand (transformator) valt buiten wonen en kantoor
20	0,44	0,15	19	0	1 pand valt buiten wonen en kantoor
25	0,34	0,11	0	0	
30	0,27	0,08	0	0	
35	0,21	0,07	0	0	
40	0,17	0,05	0	0	
45	0,14	0,04	0	0	
50	0,11	0,03	0	0	

Tabel 16 Vught Noord, autonome situatie

### Vught-Esch (km 51.1 –km 59.4)

Op het traject tussen Vught en Boxtel gaan in de situatie met autonome groei meer goederentreinen rijden. Hierdoor verandert de situatie in de trillingen intensiteit. In Tabel 17 is de situatie na autonome groei weergegeven.

Afstand tot spoor [-]	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per, dag}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'
10	0,36	0,05	0	0
15	0,29	0,03	0	0
20	0,25	0,03	0	0
25	0,23	0,02	0	0
30	0,21	0,02	0	0
35	0,19	0,01	0	0
40	0,18	0,01	0	0
45	0,17	0,01	0	0
50	0,16	0,01	0	0

Tabel 17 Vught-Esch, autonome situatie

**Boxtel aansluiting (km 59.4 – km 39.1)**

Op het spoor te Boxtel zal voor de autonome situatie geen groei van het goederenvervoer plaats vinden ten opzichte van de huidige situatie. Op basis hiervan kan worden gesteld dat huidige situatie en de autonome situatie gelijk zijn. In Tabel 18 zijn referentie waarden aangegeven voor de autonome groei.

Afstand tot spoor [-]	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
10	0,98	0,27	2	0	10 panden vallen buiten wonen en kantoor
15	0,74	0,21	2	0	6 panden vallen buiten wonen en kantoor
20	0,59	0,17	8	0	8 panden vallen buiten wonen en kantoor
25	0,49	0,14	11	1	2 panden vallen buiten wonen en kantoor
30	0,41	0,11	0	0	
35	0,30	0,08	0	0	
40	0,30	0,08	0	0	
45	0,26	0,07	0	0	
50	0,23	0,06	0	0	

Tabel 18 Boxtel, autonome situatie

# 4

## Alternatieven en varianten

De alternatieven en varianten voor de twee plangebieden zijn uitvoerig beschreven in het document 'Algemene toelichting bij deelonderzoeken ten behoeve van variantennota' (Kenmerk: MB140-01-01).



# 5

## Aanpak en Effectbeoordeling varianten

### 5.1 METHODIEK

Vanuit de referentiesituatie (na autonome groei) is vervolgens de projectsituatie (toekomstige situatie) bepaald. Hiervoor zijn de volgende stappen gezet:

- Vergelijking van de bepaalde trillingsintensiteiten tussen de verschillende meetlocaties.
  - Hieruit blijkt dat de goederentreinen tussen de aansluiting Vught en Boxtel een lagere trillingsintensiteit hebben dan op de overige locaties het geval is.
- Vergelijking van de trillingsintensiteiten van de goederentreinen te Boxtel op de sporen van en naar Tilburg en op de sporen van en naar Vught. En het bepalen van een verhoudingsfactor tussen de trillingsintensiteit door goederentreinen in de beide richtingen. Op basis hiervan kan worden gesteld dat de goederentreinen uit Vught een lagere trillingsintensiteit afgeven dan de treinen uit Tilburg (factor 1,6).
- Bepalen van de verandering in de trillingsintensiteit veroorzaakt door de aanpassingen die in de verschillende varianten zijn gepland. Per type variant wordt zo nodig een toekomstige bronwaarde van de trillingsintensiteit op 5 m uit het spoor voor de trillingsintensiteit bepaald.
- Bepalen van de trillingsintensiteit op de locatie van de bebouwing aan de hand van een predictiemodel dat is gekalibreerd op basis van de metingen in de huidige situatie
- Toetsing trillingsintensiteit in de bebouwing aan de B.t.s.
  - Toets  $v_{eff,max}$  (trillingsintensiteit) aan grens- en streefwaarden A1 en A2
  - Toets  $v_{per}$  (gemiddelde trillingsintensiteit) aan grenswaarde A3
  - Toets groei van  $v_{eff,max}$  kleiner of gelijk aan 30%
- Als laatste stap is bepaald hoeveel gebouwen er zijn waarin personen conform de B.t.s. trillingshinder zullen ondervinden. Het aantal gebouwen waar hinder mogelijk is, wordt ook gebruikt om aan te geven in hoe verre er een verbetering of een verslechtering optreedt. De bestemming van de bebouwing is bepaald op basis van de BAG.

#### *Beoordelingsschaal*

De effecten worden weergegeven aan de hand van cijfers en/of scores. Voor wat betreft de scores wordt de volgende scoringsmethodiek gehanteerd (zevenpuntschaal), zie Tabel 19.

Score	Aantal gehinderde panden	Toelichting
+++	60 panden of meer/km afname hinder	Zeer positief ten opzichte van de referentiesituatie
++	15 - 59 panden/ km afname hinder	Positief ten opzichte van de referentiesituatie
+	1-14 panden /km afname hinder	Licht positief ten opzichte van de referentiesituatie
0	Gelijkblijvende situatie	Neutraal
-	1-14 panden /km toename hinder	Licht negatief ten opzichte van de referentiesituatie
--	15 - 59 panden/ km toename hinder	Negatief ten opzichte van de referentiesituatie
---	60 panden of meer/km toename hinder	Zeer negatief ten opzichte van de referentiesituatie

Tabel 19 Zevenpuntschaal kwalitatieve beoordeling

De effectscore wordt bepaald op basis van de ernst en omvang van het effect: hierbij is het effect uitgedrukt in het aantal panden waar personen trillingshinder kunnen ondervinden.

Er is niet gekozen voor een criterium afhankelijk van de trillingsintensiteit, omdat een verhoging van de trillingsintensiteit in een gebied zonder bebouwing geen hinder voor personen in gebouwen oplevert.

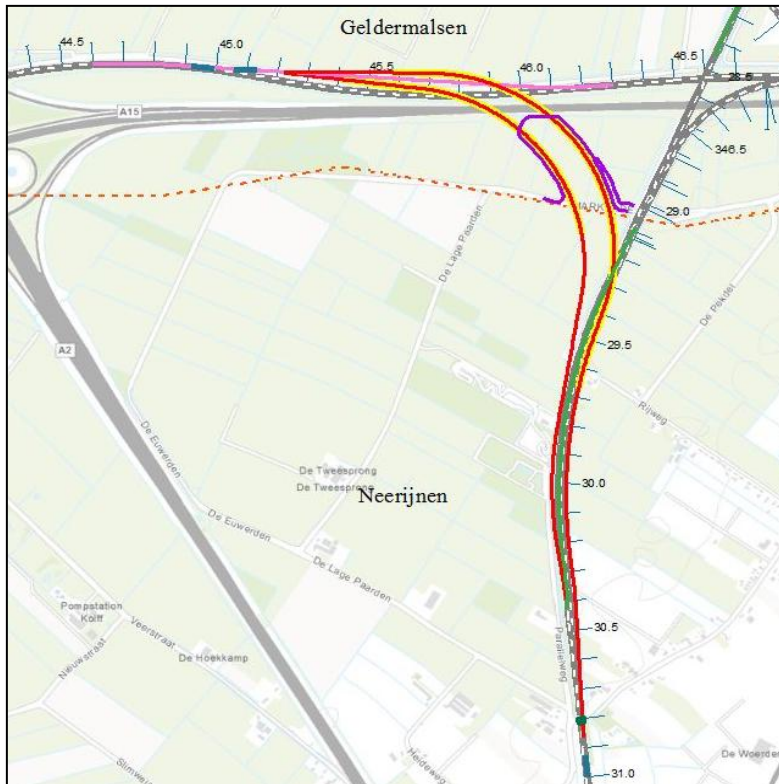
## 5.2 BOOG METEREN

### 5.2.1 EFFECTEN

De milieueffecten zijn bepaald voor de het thema Trillingen. De belangrijkste bevindingen (voor zover relevant en onderscheidend) zijn samengevat in tabel aan het einde van deze paragraaf. Hieronder volgt een toelichting op de tabel.

#### *Trillingen*

De drie varianten van de boog bij Meteren, zie figuur 3 beslaan nagenoeg hetzelfde gebied. De varianten verschillen met name in de manier van het kruisen van de sporen en de wegen. Er zijn drie manieren van kruisen die in de varianten worden toegepast:



Figuur 3 Variant van de boog bij Meteren

- Gelijkvloerse kruising met wissels (varianten V2 Gelijkvloers en E2)
  - De gelijkvloerse kruising met wissels geeft circa anderhalf keer meer trillingen dan de huidige vrije baan.
- Fly-over (variant V2 Hoog)
  - Een fly-over heeft over het algemeen een reducerend effect op de trillingen. Echter kan bij het oprijden van een kunstwerk door het verschil in stijfheid een verhoging van de trillingsintensiteit ontstaan.
- Dive-under (variant V2 Laag)
  - Een dive-under heeft afhankelijk van de gekozen ontwerputgangspunten gemiddeld genomen een neutraal effect tot een dempend effect op de trillingsintensiteit.

Op het gedeelte waar de Betuweroute zowel aan de noord als aan de zuidzijde uittakt (km 44.0 – km 46.6) zijn alle drie de varianten verschillend. Echter is er in de eerste 100 m van het toekomstige spoor gemeten (het gebied waarin trillingshinder bij voorbaat niet kan worden uitgesloten), geen bebouwing gelegen. Een verschil in trillingsintensiteit tussen de varianten zal hier dan ook geen verschil maken voor personen in gebouwen.

Ook op het spoortraject tussen km 28.5 en km 29.6 en de toekomstige spoorbogen is geen bebouwing gelegen in de eerste 100 m gemeten vanaf het toekomstige spoor. De verschillen tussen de varianten zullen voor dit deel voor het thema trillingen niet nader worden beschouwd.

Langs het spoorgedeelte km 29.6 en km 30.9 zijn verschillende gebouwen binnen het invloedsgebied van de drie varianten gelegen. In dit gebied komen de sporen tot ongeveer 20 m dicht bij de bebouwing te liggen, doordat er voordat de sporen intakken een verdubbeling van 2 naar 4 spoor plaatsvindt. Dit heeft

tot effect dat de trillingsintensiteit ter plaatse van de bebouwing zal verhogen. Echter is er op dit traject geen sterk verschil te verwachten tussen de varianten onderling. Een dive-onder kan mogelijk een licht gunstiger effect op de gemiddelde demping van de trillingen hebben ten opzichte van een aarden baan. Op basis van de gestelde uitgangspunten zullen de effecten van de varianten voor het thema trillingshinder niet verschillend zijn.

In tabel 20 zijn de verandering van de trillingsintensiteiten weergegeven tussen de referentiesituatie en de projectsituatie. Tevens is het aantal panden waarin mogelijk trillingshinder ervaren kan worden voor beide situaties weergegeven, in de laatste kolom van de tabel is het effect, namelijk de toe of afname van het aantal panden met hinder weergegeven. Voor een verdere uitleg over de tabel wordt verwezen naar paragraaf 3.1.

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				Verskil Aantal panden
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
	10	0,98	0,17	0	0	2,52	0,30	1	
15	0,64	0,11	0	0	1,76	0,20	0	0	0
20	0,44	0,07	0	0	1,31	0,14	0	1	1
25	0,32	0,04	0	0	1,00	0,10	0	0	0
30	0,23	0,03	0	0	0,78	0,08	0	0	0
35	0,17	0,02	0	0	0,62	0,06	0	0	0
40	0,13	0,01	0	0	0,50	0,04	0	0	0
45	0,10	0,01	0	0	0,40	0,03	0	0	0
50	0,07	0,01	0	0	0,33	0,03	0	0	0

Tabel 20 Km 29.6 – km 30.9 verandering van de trillingsintensiteit en het effect van eventuele hinder op de bebouwing, voor alle drie de varianten.

Op het gedeelte voordat de sporen intakken verdubbelen de sporen van 2 naar 4. Dit betreft het spoorgedeelte tussen km 29.6 en km 30.9. Hier zal een stijging van de trillingsintensiteit van meer dan 30% optreden. Hierdoor zal er op drie locaties in de bebouwing hinder voor personen kunnen ontstaan. Ondanks de forse verhoging van de trillingsintensiteit is het effect, een overschrijding van de B.t.s. van 2 locaties gering. Over het gehele tracé van km 44.0 (Betuwe route) tot km 30.9 (nabij Waardenburg) is gemiddelde effect beoordeeld als licht negatief (-), omdat er op dit deeltraject met een lengte van circa 5 km op 3 locaties trillingshinder wordt verwacht (zie tabel 21), namelijk ter plaatse van de bebouwing nabij kilometrering:

- km 29.6
- km 29.8

Milieueffecten thema Trillingen Aantal gebouwen waar trillingshinder kan optreden over het traject [spoor]km]	Score				
	REF	Variante V2 Hoog	Variante V2 Laag	Variante V2 Gelijvloers	Variante E2
	Betuwe route km 44.0 – km 46.6	0	0	0	0
Km 28.5 – km 29.6	0	0	0	0	0
Km 29.6 – km 30.9	0	2	2	2	2
Aantal gebouwen per km	0	1	1	1	1
<b>Score thema trillingen per variant</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Tabel 21 Scoretabel milieueffecten

### 5.2.2 MITIGERENDE EN COMPENSERENDE MAATREGELEN

Het beperken van de trillingshinder op de drie bovengenoemde locaties waar in de panden mogelijk trillingshinder optreedt, vergen verre gaande trillingsdempende maatregelen om de trillingen te kunnen dempen. De trillingen zullen afhankelijk van het trajectdeel circa 75% van de prognose moeten worden terug gebracht. Hiervoor kan aan de volgende maatregelen worden gedacht:

- Amoveren van de panden
- Verplaatsen van de panden (enkele tientallen meters)
- Volledig pakket aan of een combinatie van maatregelen zoals:
  - Bronmaatregelen aan het spoor
  - Trillingsdempende wand
  - Maatregelen treffen aan de bebouwing, aanpassen constructie

De bovengenoemde maatregelen zullen een effect hebben op de trillingsintensiteit in de aangegeven panden. Echter zijn maatregelen aan de bron op een aarde baan maar beperkt effectief. Maatregelen aan het spoor in de dive-unders kunnen bestaan uit het toepassen van een ingegoten spoorstaaf.

Het meest effectief zal het verplaatsen of amoveren van de bebouwing zijn.

#### *Invloed maatregelen op effectscores*

Door het treffen van de hiervoor genoemde maatregelen zullen de effectscores veranderen. In de navolgende tabel 22 zijn de trillingsdempende maatregelen benoemd en is tevens een inschatting van de mate van de dempende werking van verschillende maatregelen weergegeven. Hierbij wordt opgemerkt dat de mate van demping sterk afhankelijk is van de situatie.

Trillingsdempende maatregel	Referentie situatie	reductie
Bron maatregelen spoor	0	0% - 20 %
Trillingsdempende wand	0	20% - 50%
Toepassen sloot/greppel	0	±20%
Maatregelen bebouwing	0	0% - ±30 %

Tabel 22 Mitigerende maatregelen

Wanneer gekeken wordt naar de toepasbaarheid en het effect van de trillingsdempende maatregelen zal een trillingsdempende wand een mogelijke toepassing zijn, samen met het verplaatsen of amoveren van

de panden. Met een wand worden de trillingen meer gedempt dan enkel door de grond en de wand is aan te brengen tussen het spoor en de bebouwing. Daarentegen zijn maatregelen aan bebouwing moeilijker aan te brengen en beter toepasbaar in een situatie waar een enkel gebouw trillingshinder ondervindt. Wanneer aangenomen wordt dat een reductie van ongeveer 50% van de trillingshinder kan worden gerealiseerd met een pakket aan trillingsdempende maatregelen, wordt de volgende effectscore aan een pakket van maatregelen worden toegekend, zie tabel 23.

Trillingsdempende maatregel	Referentie	Variant	Variant	Variant	Variant
	0	V2 Hoog	V2 Laag	V2 Gelijkvloers	E2
Amoveren panden	0	0	0	0	0
Verplaatsen panden	0	0	0	0	0
Pakket trillingsdempende maatregelen	0	-	-	-	-

Tabel 23 Effectscore trillingsdempende maatregelen

## 5.3 'S-HERTOGENBOSCH – VUGHT

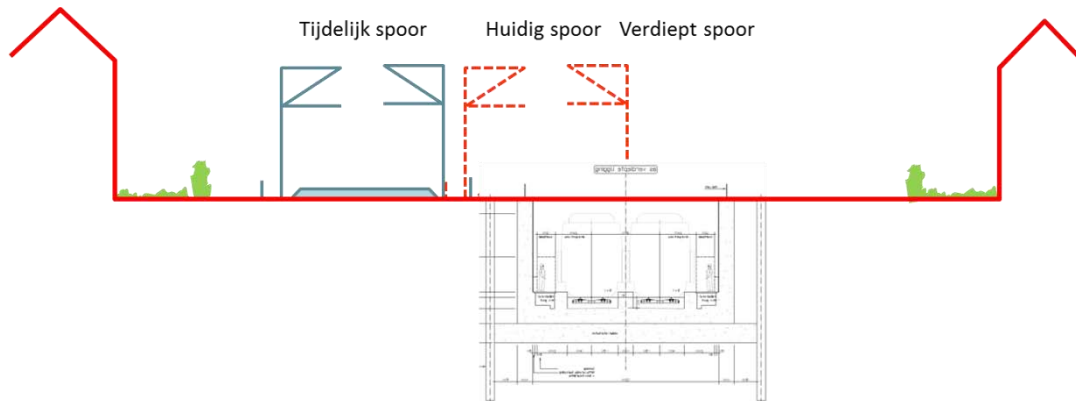
### 5.3.1 EFFECTEN

De milieueffecten zijn bepaald voor de thema's en aspecten uit paragraaf 2.2. De belangrijkste bevindingen (voor zover relevant en onderscheidend) zijn hieronder toegelicht. In Bijlage 2 is de totale beoordeling opgenomen

#### *Trillingen*

Om de aansluiting van de sporen uit de richting Tilburg op het traject 's-Hertogenbosch Vught te verbeteren zijn varianten ontworpen waarin een dive-under wordt aangelegd en verschillende overwegen worden aangepast tot een onderdoorgang. Dit betreffen de varianten 1A en 2C. Daarnaast zal worden bepaald of een verdiepte ligging (V1(+)) t/m V5(+)) van de sporen ten opzichte van de huidige situatie voor het thema trillingen een positief al dan negatief effect heeft op de personen in de omliggende bebouwing. Om een verschil in effect te kunnen bepalen zijn de volgende aspecten beschouwd en de daarbij behorende aannames beschreven:

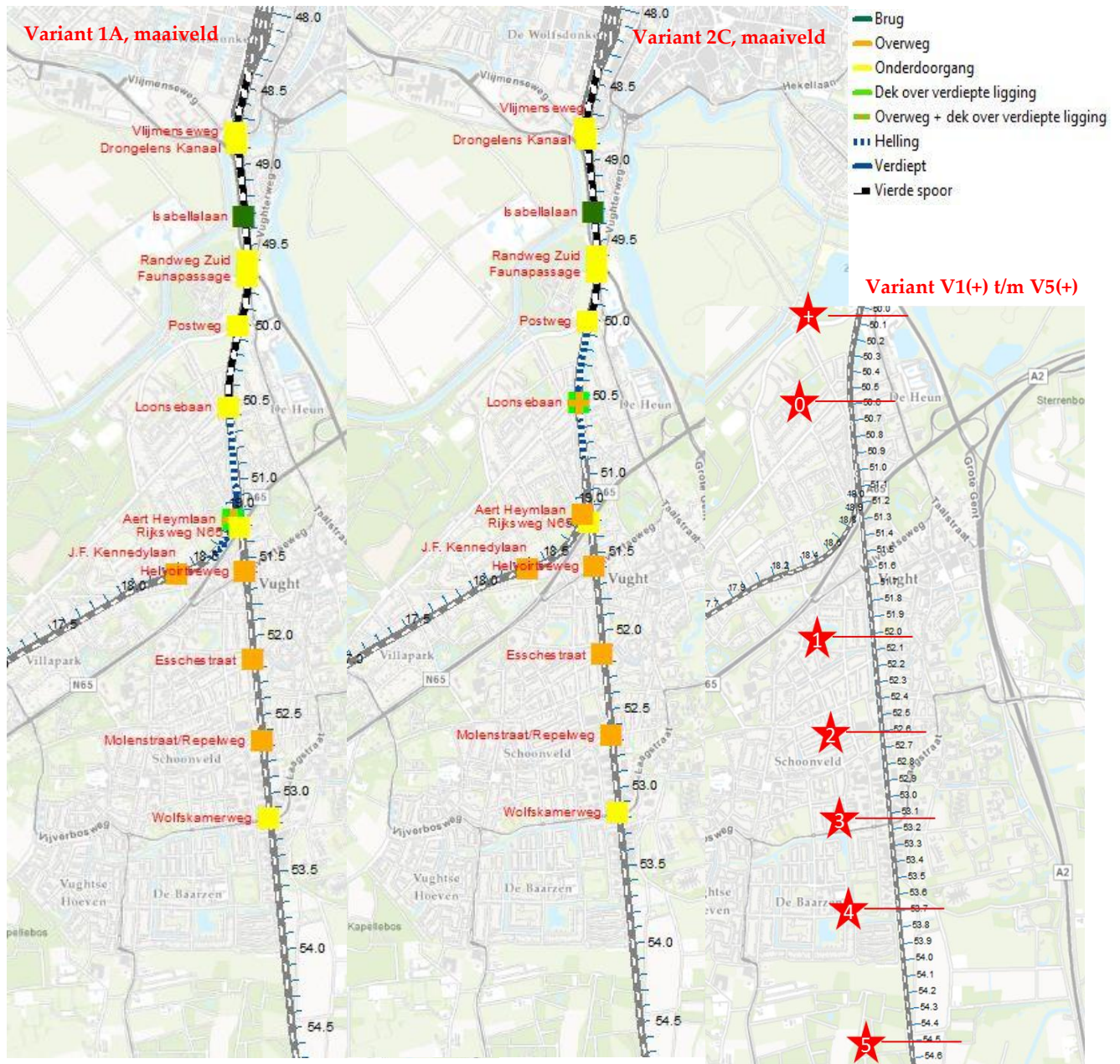
- Verdiepte ligging (Dive-under)
  - Een dive-under heeft afhankelijk van de gekozen ontwerpuitgangspunten gemiddeld genomen een neutraal effect tot een dempend effect op de trillingsintensiteit. Aangenomen is dat de verdiepte ligging en de dive-under een vergelijkbare trillingsintensiteit hebben als een vrije baan.
- Overweg
  - Vergelijkbaar met een vrije baan, de ondergrond onder het spoor kent geen grote verschillen in stijfheid. Aangenomen is dat een overweg vergelijkbaar is qua trillingen als een vrije baan.
- Onderdoorgang:
  - Een onderdoorgang geeft zowel bij het op als bij het afrijden een verschil in stijfheid van de ondergrond waardoor er op deze locaties een verhoging van de trillingsintensiteit kan optreden. Aangenomen is dat dit leidt tot een verhoudingsfactor van circa 1,5.
- Tijdelijk spoor
  - Het tijdelijke spoor zal ongeveer 2 tot 3 jaar in dienst zijn en dient daarmee aan de gelijke eisen te voldoen als een nieuw spoor. Dit betekent dat de huidige vrije baan voor de demping van de trillingen vergelijkbaar is met een vrije baan in de tijdelijke situatie, zie Figuur 4.



Figuur 4 Schematische weergave situatie Vught

De vergelijking van de varianten is opgesplitst in verschillende kortere delen, een samenvatting van de aanpassingen per deeltraject en de verplaatsing van de sporen in zowel de tijdelijke als de toekomstige situatie is hiervan weergegeven in Tabel 24.

In aanvulling op tabel 24 is in figuur 5 een overzicht van de maaiveldvarianten 1A en 2C weergegeven, samen met de variant van de verdiepte ligging V1(+) t/m V5(+).



Figuur 5 Varianten 1A, 2C, V1(+)/t/m V5(+)

km	locatie	Ontwerp varianten				Verplaatsing t.b.v. verdiepte ligging [m]	
		Vrije baan	Verdiepte ligging	Overweg	Onderdoorgang	Tijdelijke spoor	Toekomstige spoor
50.0 -50.5	Postweg – Loonsebaan	x	x			7	9
50.5 -50.6	Loonsebaan		x		x	6	9
50.6 – 51.1	Loonsebaan – aansluiting Vught	x	x			6	9
51.1 – 51.4	Aansluiting Vught		x	x	x	6	9
51.4 – 51.5	Aansluiting Vught-Helvoirtseweg	x	x			15	4



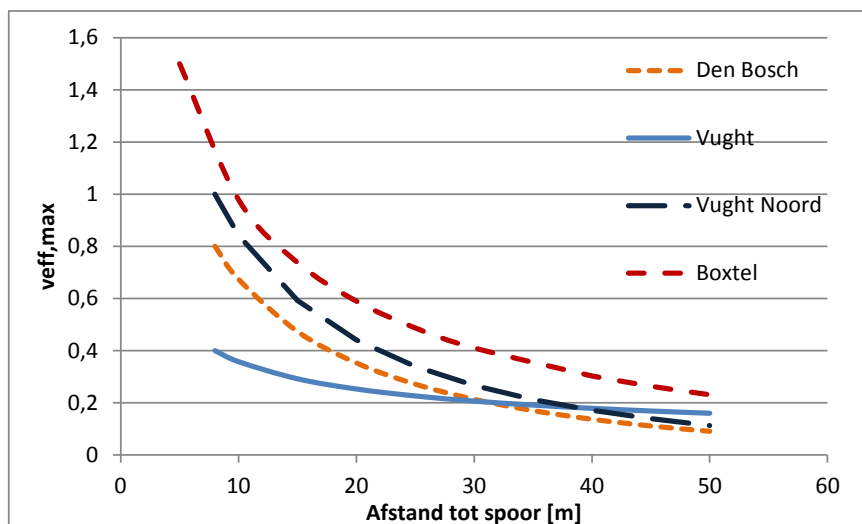
km	locatie	Ontwerp varianten				Verplaatsing t.b.v. verdiepte ligging [m]	
		Vrije baan	Verdiepte ligging	Overweg	Onderdoorgang	Tijdelijke spoor	Toekomstige spoor
51.5 – 51.6	Helvoirtseweg		x		x	15	4
51.6 – 52.0	Helvoirtseweg- eind V1	x	x			15	6
52.0 – 52.1	Eind V1 – Esschestraat	x	x			15	7
52.1 – 52.2	Esschestraat		x	x		15	3
52.2 – 52.6	Esschestraat – eind V2/Repelweg	x	x			14	5
52.6 – 52.7	Repelweg		x	x		12	6
52.7 – 53.1	Repelweg – eind V3/Wolfskamerweg	x	x			12	6
53.1 – 53.2	Wolfskamerweg		x		x	12	6
53.2 – 53.7	Wolfskamerweg – eind V4	x	x			12	6
53.7 – 54.5	Eind V4 – eind V5	x	x			12	6

Tabel 24 Overzicht varianten per deeltracé binnen Vught

Onderstaand is per subvariant een korte beschouwing en een beoordeling van de situatie gegeven. Voor meer inzicht in de trillingsintensiteiten wordt verwezen naar bijlage 2.

#### Toelichting trillingsintensiteit

Uit de trillingsmetingen in de huidige situatie bleek dat in de metingen te Vught een relatief lage trillingsintensiteit is bepaald voor de huidige situatie. Dit in tegenstelling tot de verwachting die gebaseerd is op vergelijkbare metingen in 's-Hertogenbosch, Vught Noord en Boxtel, zie figuur 6.



Figuur 6 Trillingsintensiteit gemeten op de locaties 's-Hertogenbosch, Vught, Vught Noord en Boxtel

Om een beter inzicht te verkrijgen of dit mogelijk met het type treinen te maken heeft is de meetdata op de locatie te Boxtel nader geanalyseerd. Ook hier werd een verschil in trillingsintensiteit gevonden dat opliep tot een factor 1,6. Zekerheidshalve is voor de toekomstige situatie te Vught de prognose waarde met een

factor 1,6 verhoogd. Op deze wijze wordt er uit gegaan van een 'worst-case' scenario voor de trillingen veroorzaakt door spoorverkeer tussen de aansluiting Vught en de Zuidzijde van Vught.

### Tijdelijke effecten

Nadat de varianten zijn beoordeeld is een samenvatting van de beoordelingen gemaakt. Hiervoor is eerst een samenvatting voor de tijdelijke situatie gemaakt (zie Tabel 25) en aansluitend een samenvatting van de uiteindelijke situatie in Tabel 26.

Milieueffecten	Tijdelijke situatie	REF	1A	2C	V1	V2	V3	V4	V5	V+
50.0 -50.5	Postweg – Loonsebaan	0	0	22	0	0	0	0	0	22
50.5 -50.6	Loonsebaan	0	0	2	0	0	0	0	0	2
50.6 – 51.1	Loonsebaan – aansluiting Vught	19	54	54	54	54	54	54	54	0
51.1 – 51.4	Aansluiting Vught	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51.4 – 51.5	Aansluiting Vught- Helvoirtseweg	0	0	0	11	11	11	11	11	0
51.5 – 51.6	Helvoirtseweg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51.6 – 52.0	Helvoirtseweg- eind V1	0	0	0	9	9	9	9	9	0
52.0 – 52.1	Eind V1 – Esschestraat	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52.1 – 52.2	Esschestraat	0	0	0	0	3	3	3	3	0
52.2 – 52.6	Esschestraat – eind V2/Repelweg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52.6 – 52.7	Repelweg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52.7 – 53.1	Repelweg – eind V3/Wolfskamerweg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53.1 – 53.2	Wolfskamerweg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53.2 – 53.7	Wolfskamerweg – eind V4	0	0	0	0	0	0	3	3	0
53.7 – 54.5	Eind V4 – eind V5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totale toename ten opzichte van referentie</b>			<b>35</b>	<b>59</b>	<b>55</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>+24</b>
<b>Gemiddeld aantal/km</b>	<b>Zonder V+variant</b>		<b>8</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	
	<b>Met V+variant</b>				<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	
<b>Effectscore</b>	<b>Zonder V+ variant</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>nvt</b>
	<b>Met V+ variant</b>	<b>0</b>	<b>nvt</b>	<b>nvt</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>nvt</b>

Tabel 25, Effectbeoordeling trillingshinder, tijdelijke situatie

Op basis van Tabel 25 kan worden vastgesteld dat voor het thema trillingen in de tijdelijke situatie van variant 1A de minste trillingshinder optreedt. De varianten V4+ en V5+ zijn het minst gunstig voor de tijdelijke situatie.

### Permanente effecten

In tabel 26 is per deellocatie bepaald in hoeveel langs het spoor gelegen panden er trillingshinder wordt verwacht. De toetsing heeft plaats gevonden conform de huidige B.t.s.

Milieueffecten	Toekomstige situatie	REF	1A	2C	V1	V2	V3	V4	V5	V+
50.0 -50.4	Postweg – Loonsebaan	0	0	12	0	0	0	0	0	12
50.4 -50.5	Loonsebaan	0	6	10	6	6	6	6	6	10
50.5 – 51.1	Loonsebaan – aansluiting Vught	19	57	57	57	57	57	57	57	0
51.1 – 51.4	Aansluiting Vught	0	0	0	5	5	5	5	5	0
51.4 – 51.5	Aansluiting Vught- Helvoirtseweg	0	32	32	35	35	35	35	35	0
51.5 – 51.6	Helvoirtseweg	0	5	5	8	8	8	8	8	0
51.6 – 52.0	Helvoirtseweg- eind V1	0	16	16	4	4	4	4	4	0
52.0 – 52.1	Eind V1 – Esschestraat	0	5	5	5	14	14	14	14	0
52.1 – 52.2	Esschestraat	0	13	13	13	13	13	13	13	0
52.2 – 52.6	Esschestraat – eind V2/Repelweg	0	47	47	47	52	52	52	52	0
52.6 – 52.7	Repelweg	0	19	19	19	19	21	21	21	0
52.7 – 53.1	Repelweg – eind V3/Wolfskamerweg	0	17	17	17	20	20	20	20	0
53.1 – 53.2	Wolfskamerweg	0	2	2	2	2	2	0	0	0
53.2 – 53.7	Wolfskamerweg – eind V4	0	18	18	18	18	18	22	22	0
53.7 – 54.5	Eind V4 – eind V5	0	27	27	27	27	27	27	1	0
<b>Totale toename ten opzichte van referentie</b>			<b>245</b>	<b>261</b>	<b>244</b>	<b>261</b>	<b>263</b>	<b>265</b>	<b>249</b>	<b>+22</b>
<b>Gemiddeld aantal/km</b>	<b>Zonder V+ variant</b>		<b>54</b>	<b>58</b>	<b>54</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>55</b>	
	<b>Met V+ variant</b>				<b>59</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	
<b>Effectscore</b>	<b>Zonder V+ variant</b>	<b>0</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>nvt</b>
	<b>Met V+ variant</b>	<b>0</b>	<b>nvt</b>	<b>nvt</b>	<b>--</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>nvt</b>

Tabel 26 Scoretabel milieueffecten Trillingshinder permanente varianten, toetsing conform BTS

Op basis van Tabel 26 wordt geconcludeerd dat de varianten licht van elkaar verschillen, maar dat de optredende effecten relatief groot zijn. De varianten 1A en V1 hebben voor het thema trillingshinder de minste negatieve effecten. Variant V4+ heeft een ontwerp waar in de uiteindelijke situatie de meeste trillingshinder zal optreden.

Wanneer naast de uiteindelijke situatie tevens de tijdelijke situatie wordt meegenomen in de beoordeling blijkt Variant 1A als beste uit de bus te komen. De variant V4+ heeft wanneer de tijdelijke en uiteindelijke situatie samen worden beoordeeld het grootste effect op de omgeving qua trillingshinder voor personen in gebouwen.

Naast een toetsing aan de B.t.s. is er tevens aan de A2 waarde uit de B.t.s. getoetst, dit in overeenstemming met de toetsing van PHS Goederen Oost Nederland. Ten behoeve van deze toetsing is de A2 waarde voor een gewijzigde situatie aangehouden.

Milieueffecten	Toekomstige situatie	REF	1A	2C	V1	V2	V3	V4	V5	V+
50.0 -50.4	Postweg – Loonsebaan	0	0	9	0	0	0	0	0	9
50.4 -50.5	Loonsebaan	0	0	9	0	0	0	0	0	9
50.5 – 51.1	Loonsebaan – aansluiting Vught	19	32	32	32	32	32	32	32	0
51.1 – 51.4	Aansluiting Vught	0	0	0	1	1	1	1	1	0
51.4 – 51.5	Aansluiting Vught- Helvoirtseweg	0	29	29	35	35	35	35	35	0
51.5 – 51.6	Helvoirtseweg	0	2	2	8	8	8	8	8	0
51.6 – 52.0	Helvoirtseweg- eind V1	0	15	15	4	4	4	4	4	0
52.0 – 52.1	Eind V1 – Esschestraat	0	3	3	3	14	14	14	14	0
52.1 – 52.2	Esschestraat	0	8	8	8	12	12	12	12	0
52.2 – 52.6	Esschestraat – eind V2/Repelweg	0	45	45	45	52	52	52	52	0
52.6 – 52.7	Repelweg	0	16	16	16	16	21	21	21	0
52.7 – 53.1	Repelweg – eind V3/Wolfskamerweg	0	16	16	16	20	20	20	20	0
53.1 – 53.2	Wolfskamerweg	0	2	2	2	2	2	0	0	0
53.2 – 53.7	Wolfskamerweg – eind V4	0	18	18	18	18	18	22	22	0
53.7 – 54.5	Eind V4 – eind V5	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<b>Totale toename ten opzichte van referentie</b>			<b>168</b>	<b>177</b>	<b>170</b>	<b>196</b>	<b>201</b>	<b>203</b>	<b>203</b>	<b>+18</b>
<b>Gemiddeld aantal/km</b>	<b>Zonder V+ variant</b>		<b>37</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	
	<b>Met V+ variant</b>				<b>42</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	
<b>Effectscore</b>	<b>Zonder V+ variant</b>	<b>0</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>nvt</b>
	<b>Met V+ variant</b>	<b>0</b>	<b>nvt</b>	<b>nvt</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>nvt</b>

Tabel 27 Scoretabel milieueffecten Trillingshinder permanente varianten toetsing aan piekwaarde A2 uit B.t.s.

Uit de tabel 27 volgt dat bij een toetsing aan een plafondwaarde (A2) er in 27 tot 58 minder panden trillingshinder wordt verwacht, dan wanneer de trillingen niet meer dan 30% mogen toenemen.. Dit kan verklaard worden doordat de huidige trillingsintensiteit laag is (onder de waarde voor een nieuwe situatie) waardoor een stijging van de trillingsintensiteit met 30% lager uitkomt dan de A2-waarde voor een gewijzigde situatie. Hierdoor is het verschil in varianten licht vergroot, waarbij de varianten op maaiveld minder hinder opleveren dan de varianten met de verdiepte ligging.

### 5.3.2 MITIGERENDE EN COMPENSERENDE MAATREGELEN

Het beperken van de trillingshinder op de bovengenoemde locaties te Vught met trillingshinder vergt door de uitgestrektheid van het gebied veel maatregelen. De trillingen zullen afhankelijk van het trajectdeel circa 30% tot 70% van de geprognosticeerde waarde moeten worden teruggebracht om aan een vergelijkbare trillingsintensiteit te voldoen als in de huidige situatie. Hiervoor kan aan de volgende maatregelen worden gedacht:

- Bronmaatregelen aan het spoor
- Bronmaatregelen aan de trein
- Trillingsdempende maatregelen in de grond
- Maatregelen treffen aan de bebouwing

De bovengenoemde maatregelen zullen een effect hebben op de trillingsintensiteit in de aangegeven panden. Echter zijn maatregelen aan de bron op een aarden baan maar beperkt effectief. Daarentegen is er wel een goede maatregel te treffen aan de sporen in de verdiepte ligging, namelijk door toepassing van een 'floating slab'-constructie. Met een dergelijke constructie kan meer dan 50% reductie van de trillingen worden behaald, waardoor de trillingsintensiteit sterk zal afnemen. Verwacht wordt de trillingshinder door toepassing van een 'floating slab'-constructie gereduceerd kan worden tot score – of 0.

Het treffen van maatregelen aan de vrije baan is gecompliceerder. De volgende maatregelen kunnen worden toegepast:

- Bronmaatregelen aan het spoor (veelal matig toepasbaar voor de reductie van laag frequente trillingen, die met name door goederentreinen worden veroorzaakt)
  - Ballastmatten, een mat onder het ballastbed. De mat heeft een dempende werking op de trillingen wanneer de frequenties niet te laag worden. De matten hebben voor lage frequenties geen dempende werking (middelzware maatregel, 20% tot 50% reductie).
  - Dwarsliggermatten, een elastische mat onder de dwarsligger, hierdoor worden bepaalde trillingsfrequenties verzwakt. Bij lage frequenties kan echter ook versterking van het trillingsniveau optreden. (lichte maatregel, 0% tot 20% reductie).
  - Laddertrack of frame sleepers betreft het verstijven van de spoorconstructie door dwarsliggers te koppelen, waardoor trillingen met een wat hogere frequentie worden gedempt (lichte maatregel, 0% tot 20% reductie).
  - Wide sleeper track, bestaat uit het toepassen van een bredere zware betonnen dwarsligger waardoor een trillingsdempende werking voor de wat hogere frequenties ontstaat (lichte maatregel, 0% tot 20% reductie).
- Bronmaatregelen aan de trein
  - Aanpassing snelheid treinen (zware maatregel, >50% reductie).
  - Monitoring staat van materieel en onderhouden materieel (zware maatregel).
- Trillingsdempende maatregelen in de grond
  - Trillingsdempend scherm van beton/grout, (afhankelijk van afmeting variërend van lichte tot zware maatregel, meer dan 50% reductie is mogelijk).
  - Verbeteren aansluiting kunstwerk en aarden baan, door stijfheidsverschillen te verkleinen de trillingen in de overgang beperken (middelzware maatregel, 20% tot 50%).
  - Aanbrengen van een zettingsvrije plaat of een beton plaat onder de sporen (middel zware maatregel 20 tot 50% reductie, let op: opslingering kan ook mogelijk zijn).
  - Aanbrengen holle ruimte in grond of een verdieping van de spoorsloot, (afhankelijk van de dimensies betreft dit een lichte tot middelzware maatregel, 0 tot 50% reductie).
- Maatregelen treffen aan de bebouwing
  - Opkopen bebouwing (zware maatregel, 100% reductie)
  - Verplaatsen bebouwing (zware maatregel, 100% reductie)
  - Aanpassen fundering en verstijven houten vloeren (middelzware tot zware maatregel, >20 % reductie)

Door het treffen van maatregelen aan de varianten met een 'vrije baan' zullen de effectscores veranderen. In de navolgende Tabel 28 is voor het traject in Vught een inschatting gemaakt van de te nemen maatregelen. Door het toepassen van de voorgestelde maatregelen is de effectscore te verlagen tot een score van – of 0.

Milieueffecten	Toekomstige situatie	Aantal meters	Aantal panden	demping	Maatregel*
50.6 – 51.1	Loonsebaan – aansluiting Vught	440	44	50%	zware maatregelen middelzware maatregelen
		200	13	40%	
51.4 – 51.5	Aansluiting Vught-Helvoirtseweg	200	32	50% tot 60%	zware maatregelen
51.5 – 51.6	Helvoirtseweg	200	5	55%	zware maatregelen
51.6 – 52.0	Helvoirtseweg- eind V1	300	16	55%	zware maatregelen
52.0 – 52.1	Eind V1 – Esschestraat	200	5	50% tot 60%	zware maatregelen
52.1 – 52.2	Esschestraat	200	10	50% tot 60%	zware maatregelen
52.2 – 52.6	Esschestraat – eind V2/Repelweg	350	47	50% tot 60%	zware maatregelen
52.6 – 52.7	Repelweg	100	19	50%	zware / middelzware maatregelen
52.7 – 53.1	Repelweg – eind V3/Wolfskamerweg	400	12	30% tot 50%	middelzware maatregelen zware maatregelen
		100	5	50% tot 60%	
53.1 – 53.2	Wolfskamerweg	100	2	30%	middelzware maatregelen
53.2 – 53.7	Wolfskamerweg – eind V4	500	14	30% tot 50 %	middelzware maatregelen zware maatregelen
		150	4	50 tot 60 %	
53.7 – 54.5	Eind V4 – eind V5	300	27	50%	zware / middelzware maatregelen

Tabel 28 Trillingsreducerende maatregelen

\* Zware maatregelen bestaan uit een betonnen trillingsdempende wand. Middelzware maatregelen bestaan uit een combinatie van ballastmatten, een zettingsvrije plaat of betonnen plaat en het aanleggen en verdiepen van de spoorsloot.

De te nemen trillingsmaatregelen en de daarmee samenhangende financiële omvang zijn per variant sterk verschillend. Een doelmatigheidstoets op maatregelen is niet mogelijk omdat hiervoor op dit moment richtlijnen ontbreken. Daarmee is er nog behoorlijke onzekerheid over de financiële omvang van de trillingsmaatregelen. In onderstaande kostentabel is daarom hiervoor een bandbreedte aangegeven. In tabel 29 is de kostenraming van de directe kosten (inclusief BTW) weergegeven. Hierbij wordt opgemerkt dat het maatregelen betreffen behorende bij de worst-case aannames die eerder in deze prognose zijn gedaan.

Variant	Bandbreedte totale kosten maatregelen (in mln €)
1A	21 - 83
2C	18 - 73
V1	15 - 61
V1+	14 - 54
V2	11 - 44
V2+	9 - 37
V3	8 - 33
V3+	5 - 21
V4	6 - 23
V4+	4 - 17
V5	4 - 16
V5+	2 - 9

Tabel 29 Kosten indicatie varianten op basis van worst case aannamen

Uit tabel 29 blijkt dat trillingsdempende maatregelen aan de verdiepte ligging minder kosten met zich mee brengen dan maatregelen aan de vrije baan. Echter is de aanleg van een verdiepte ligging kostbaarder dan de aanleg van een vrije baan zonder trillingsdempende maatregelen.

Uiteindelijk is in tabel 30 het effect van de trillingsdempende maatregelen weergegeven.

Aspect	Trillingsdempende maatregel	Referentie situatie	1A	2C	V1	V2	V3	V4	V5
Trillingshinder	Pakket trillingsdempende maatregelen	0	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 30 Verandering in effectscore trillingsdempende maatregelen

Voor de tijdelijke situatie kan een goedkopere constructie worden toegepast. Bijvoorbeeld een kleine wand voor de bebouwing van EPS (geëxpandeerd polystyreen) zou een oplossing kunnen bieden (Bouwwereld.nl). Hiermee kan de trillingsintensiteit tot circa 40% worden gedempt. Een EPS wand wordt niet voor de permanente situatie geadviseerd aangezien de werking hiervan na verloop van tijd verslechterd.

# Bijlage 1

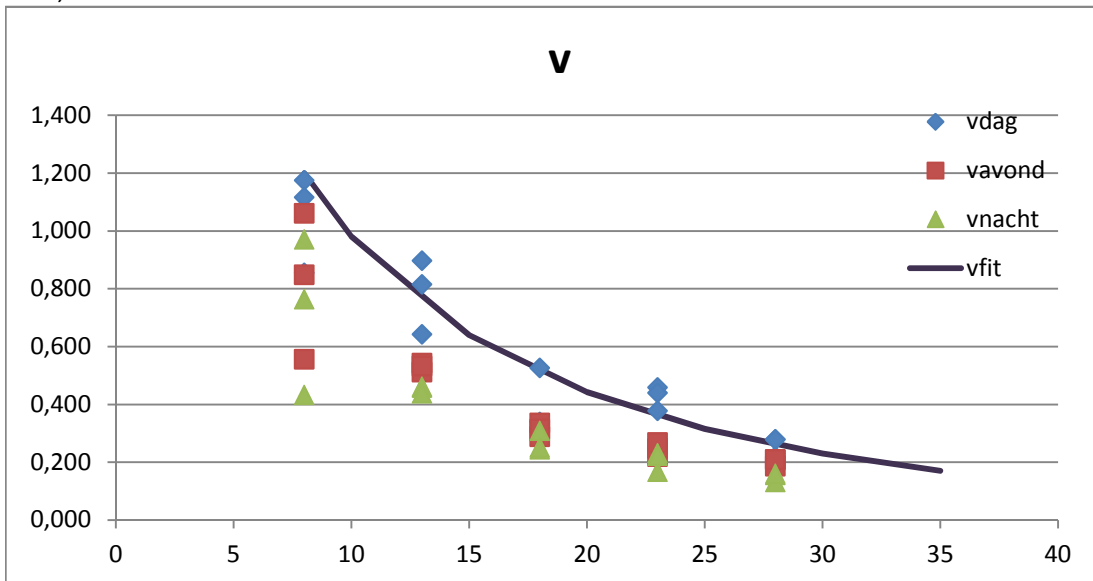
# Uitgewerkte meetresultaten



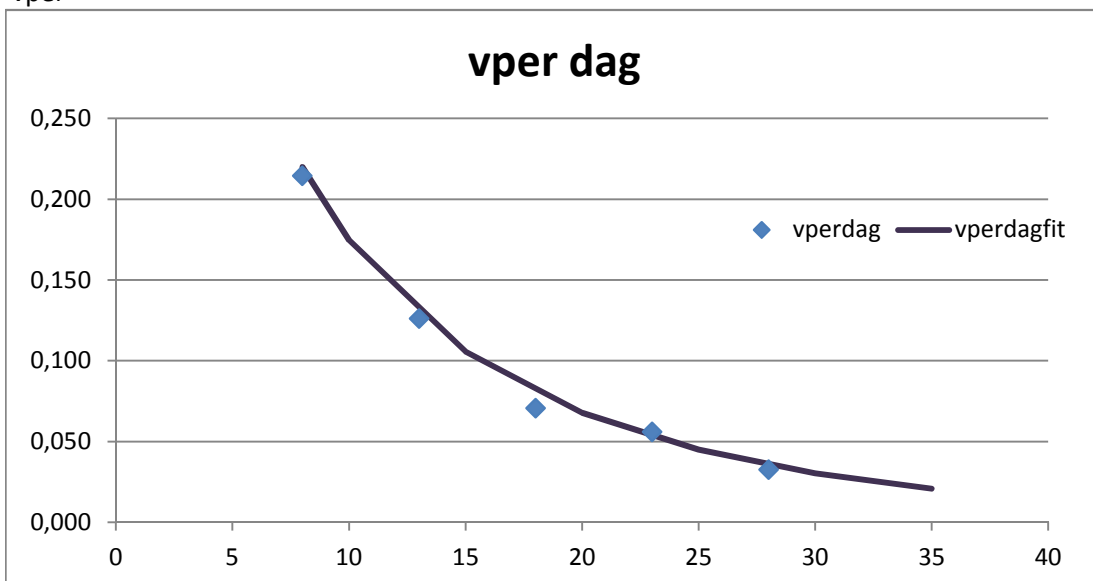
# Waardenburg

nulsituatie en autonome groei

veff,max



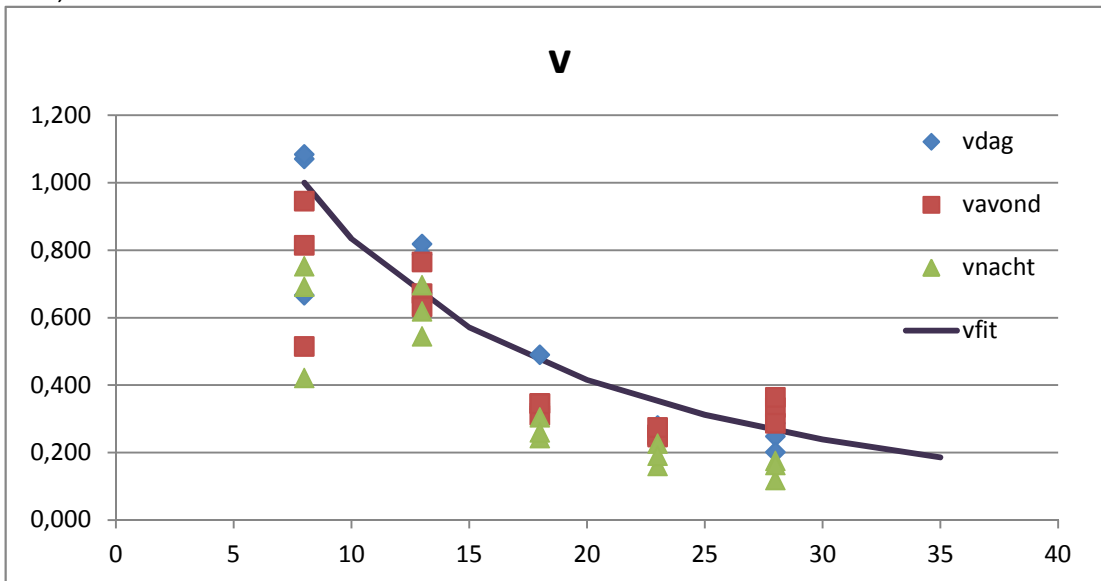
vper



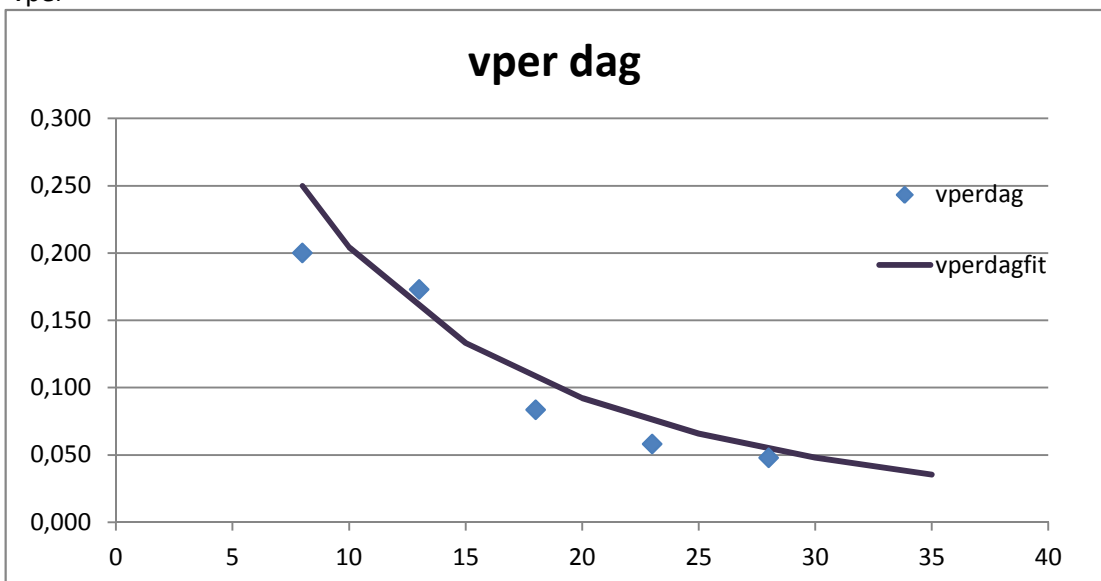
## Hedel

nulsituatie en autonome groei

veff,max



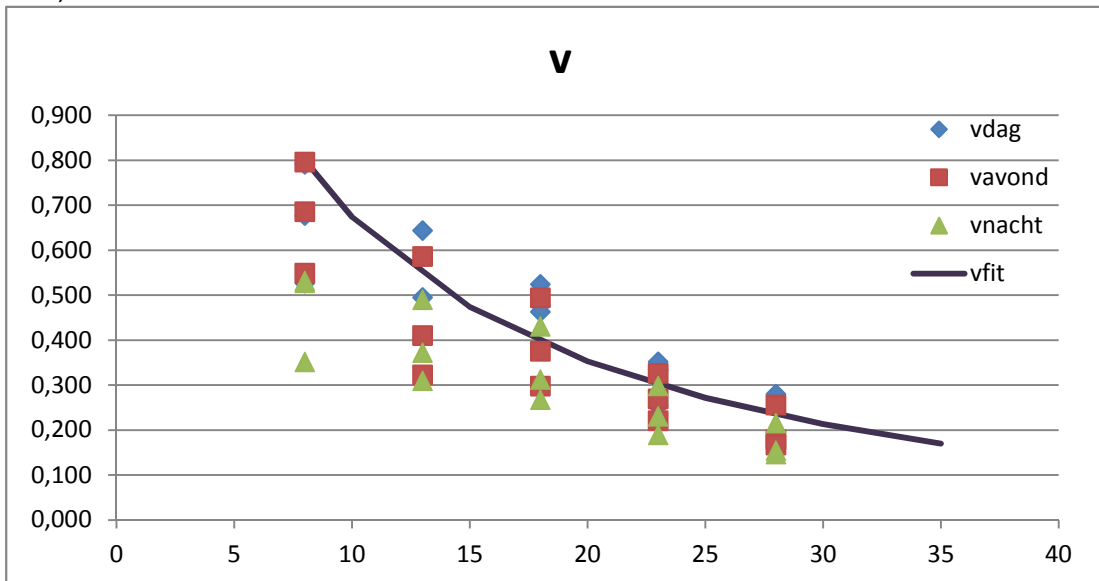
vper



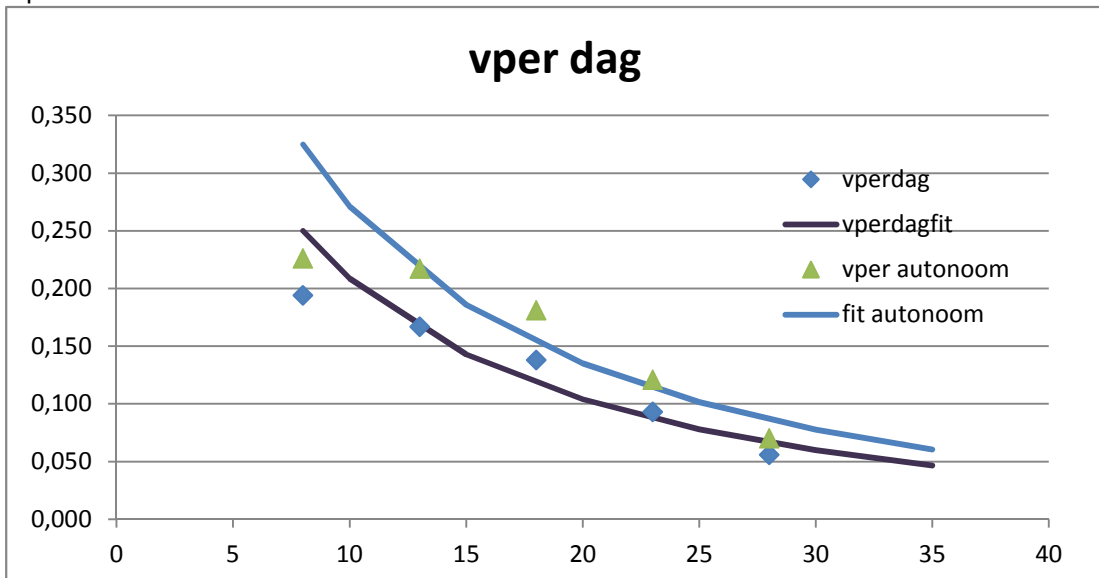
## s-Hertogenbosch

nulsituatie en autonome groei

veff,max



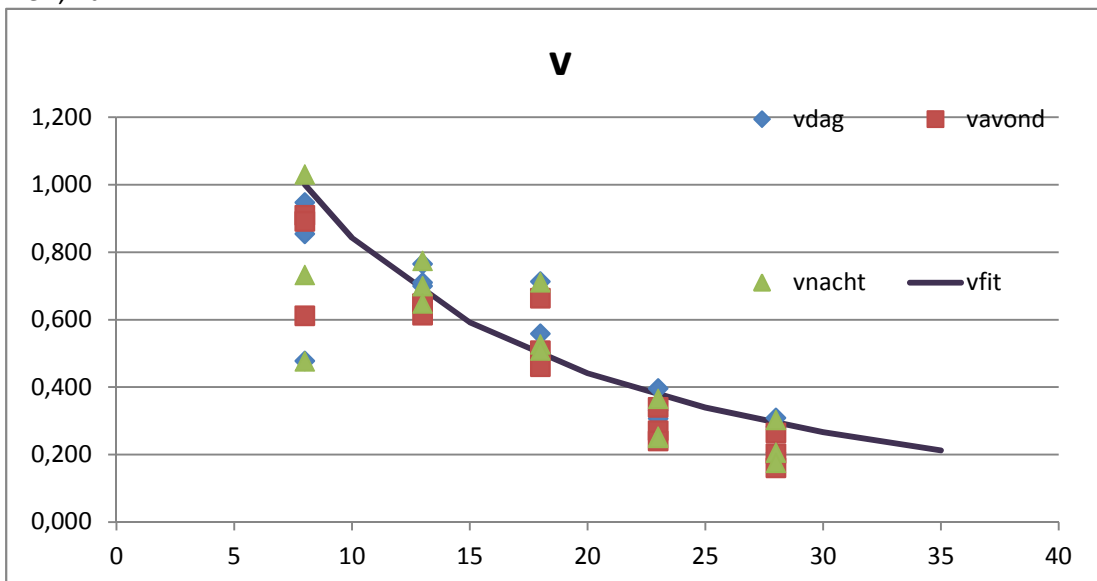
vper



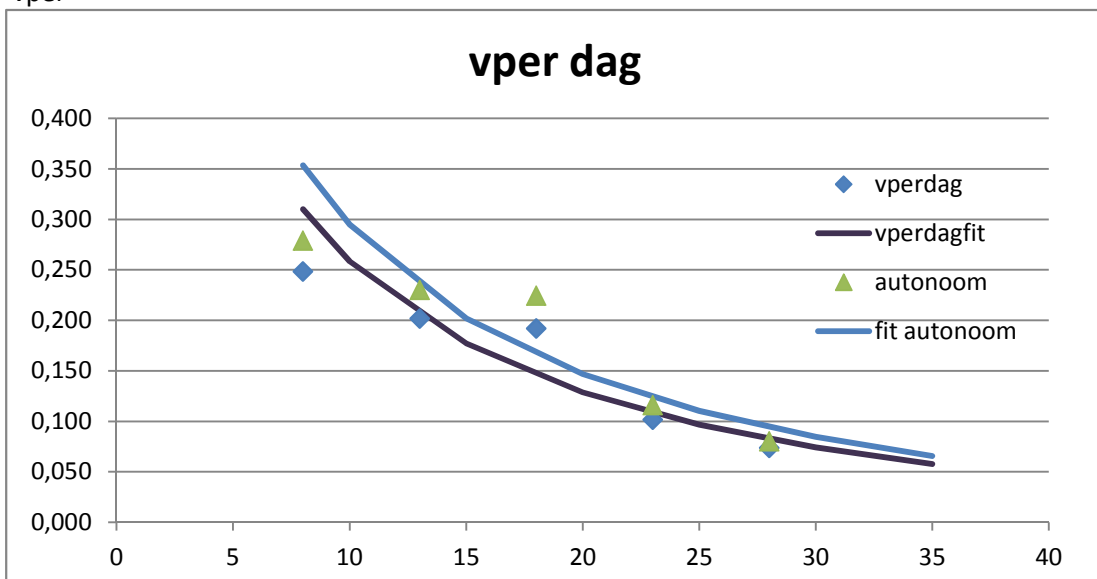
## Vught Noord

nulsituatie en autonome groei

veff,max



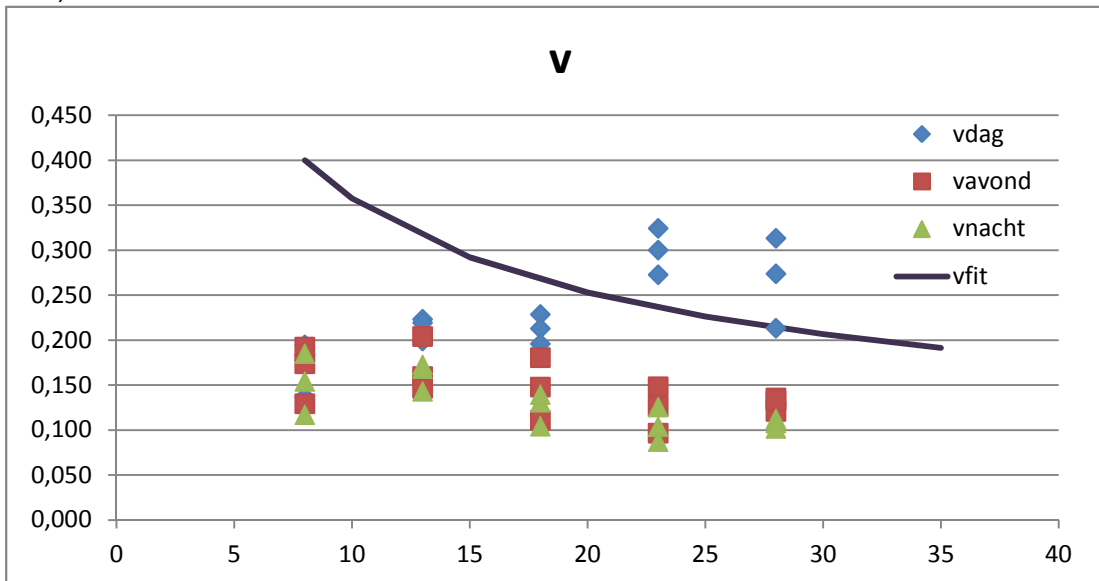
vper



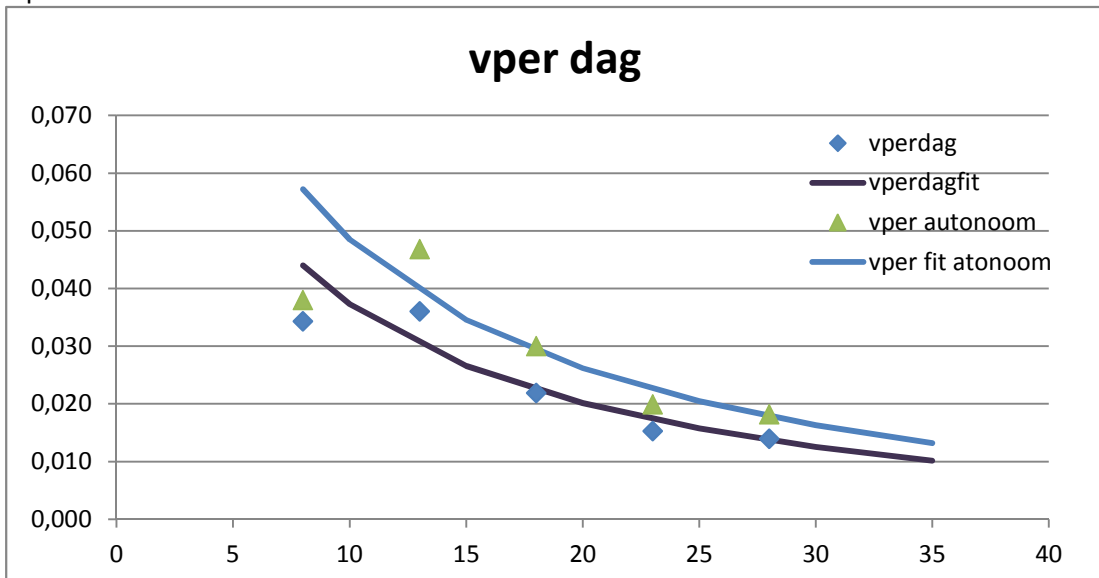
## Vught

nulsituatie en autonome groei

veff,max



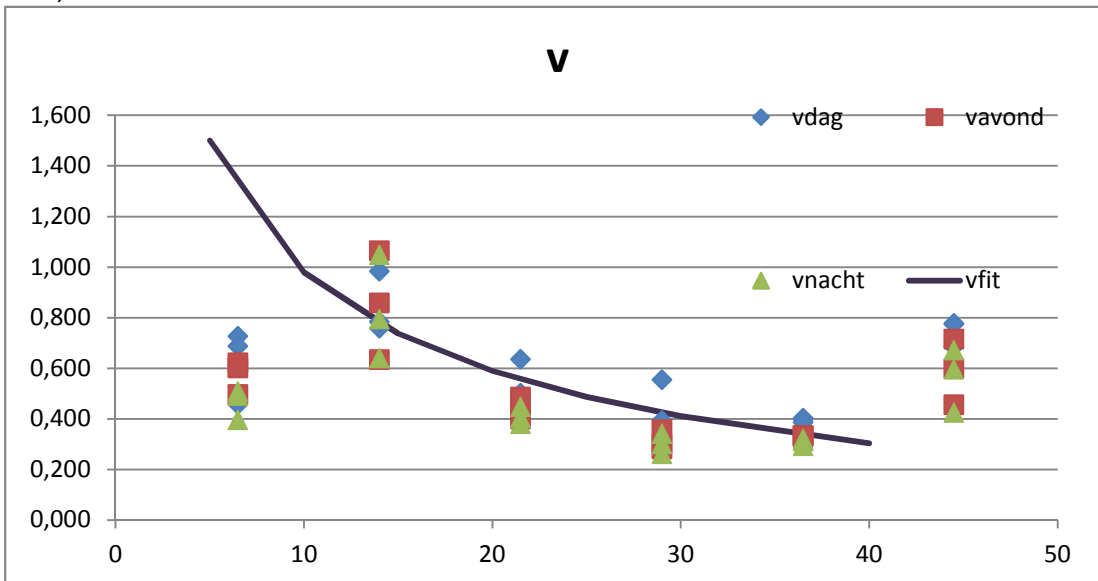
vper



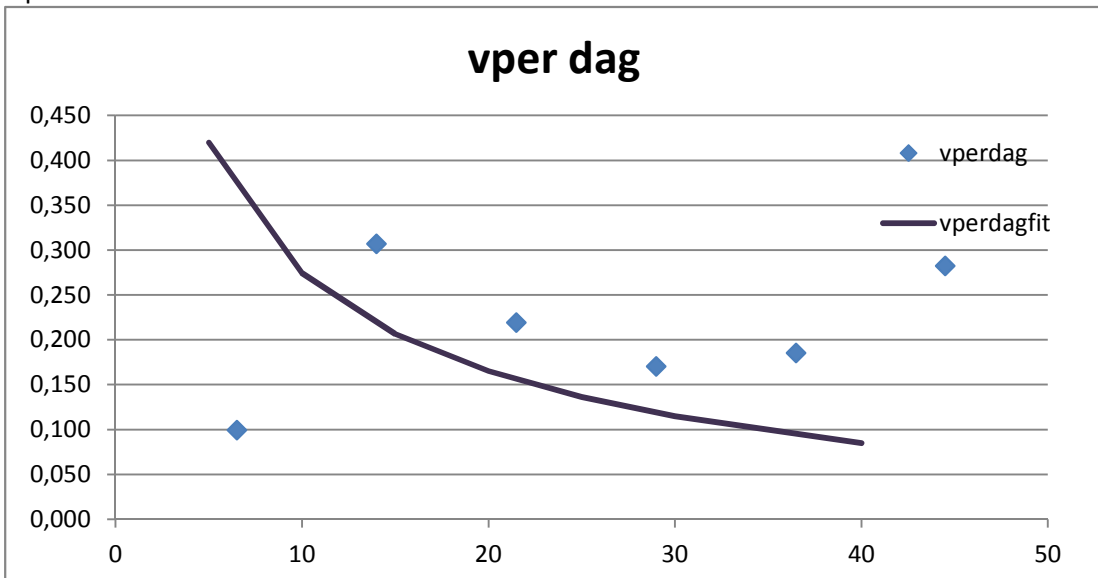
## Boxtel

nulsituatie en autonome groei

veff,max



vper



## Bijlage 2 Beoordeling varianten Vught

### Leeswijzer

De tabel bestaat uit de volgende kolommen en dient als volgt te worden gelezen:

- Afstand tot spoor: Hier staat de afstand gemeten vanaf het buitenste spoor. Op deze afstand is de trillingsintensiteit bepaald
- $v_{eff,max}$ : Trillingsintensiteit bepaald voor de huidige situatie op basis van de uitgevoerde metingen langs het spoor. Alleen de maatgevende  $v_{eff,max}$  is weergegeven, in het voorliggende geval is dat de  $v_{eff,max}$  uit de dagperiode.
- $v_{per}$ : Kwadratisch gemiddelde van de trillingsintensiteit over de beoordelingsperiode. Ook hier is de maatgevende dag periode gepresenteerd.
- Aantal panden 'Wonen': De toetswaarden van de B.t.s. zijn in verschillende categorieën ingedeeld, een daarvan is wonen. Hieronder vallen gebouwen uit de gezondheidszorg en woongebouwen. Het aantal panden in deze kolom is het aantal gebouwen uit de categorie die langs het spoor staan en waarin personen op basis van de huidige metingen mogelijk trillingshinder ondervinden.
- Aantal panden 'Kantoor': De toetswaarden van de B.t.s. zijn in verschillende categorieën ingedeeld, een daarvan is kantoor. Hieronder vallen gebouwen voor bijeenkomsten, onderwijs en kantoren. Het aantal panden in deze kolom is het aantal gebouwen uit de categorie die langs het spoor staan en waarin personen op basis van de huidige metingen mogelijk trillingshinder ondervinden.
- Verschil aantal panden: het 'effect', namelijk de toe of afname van het aantal panden met hinder weergegeven

Boven elke tabel is steeds een samenvatting gegeven van de verandering op het deeltraject. Tevens is hier het aantal panden op het traject waar in personen mogelijk hinder ondervinden aangegeven, te samen met een omrekening van het aantal panden waar hinder mogelijk is per trajectdeel van 100 m (gemiddelde). Op basis hiervan is de beoordeling van het effect uitgevoerd.

### *Km 50.0 – km 50.5, Postweg Loonsebaan*

Tussen de Postweg en de Loonsebaan zal in de toekomstige situatie een vrije baan komen te liggen of het begin van de verdiepte ligging. Een vrije baan zal nagenoeg op de zelfde plek komen, voor de verdiepte ligging zullen aan de west zijde tijdelijke sporen worden aangelegd (verplaatsing van circa 7 m) waarna aan de oostzijde de sporen met 9 m verplaatst zullen worden.

Onderstaand wordt voor de drievarianten een samenvatting van de beoordeling gegeven.

Ontwerp :	Tijdelijke sporen
Verplaatsing sporen:	7 m naar het westen
Lengte deeltraject:	500 m
Overschrijding bts:	ja
Gehinderde panden:	22 → 4,4 per 100 m
Beoordeling effect:	-
Tabel:	29

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				Verschil Aantal panden
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
	10	0,84	0,29	0	0	1,42	0,45	0	
15	0,59	0,20	0	0	1,00	0,31	0	0	0
20	0,44	0,15	0	0	0,75	0,23	0	0	0
25	0,34	0,11	0	0	0,57	0,17	2	0	2
30	0,27	0,08	0	0	0,45	0,13	5	0	5
35	0,21	0,07	0	0	0,36	0,10	7	0	7
40	0,17	0,05	0	0	0,29	0,08	4	0	4
45	0,14	0,04	0	0	0,23	0,06	4	0	4
50	0,11	0,03	0	0	0,19	0,05	0	0	0

Tabel 31, Tijdelijke sporen km 50.0 – km 50.5

Ontwerp : Vrije baan  
 Verplaatsing sporen: 9 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 500 m  
 Overschrijding bts: nee  
 Gehinderde panden: 0 → 0 per 100 m  
 Beoordeling effect: 0  
 Tabel: 30

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				Verschil Aantal panden
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
	10	0,84	0,29	0	0	0,84	0,62	0	
15	0,59	0,20	0	0	0,59	0,35	0	0	0
20	0,44	0,15	0	0	0,44	0,21	0	0	0
25	0,34	0,11	0	0	0,34	0,13	0	0	0
30	0,27	0,08	0	0	0,27	0,08	0	0	0
35	0,21	0,07	0	0	0,21	0,05	0	0	0
40	0,17	0,05	0	0	0,17	0,03	0	0	0
45	0,14	0,04	0	0	0,14	0,02	0	0	0
50	0,11	0,03	0	0	0,11	0,01	0	0	0

Tabel 32, Vrije baan km 50.0 – km 50.5

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 9 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 500 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 12 → 1,2 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 31



Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				Verschil Aantal panden
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
	10	0,84	0,29	0	0	15,42	1,76	0	
15	0,59	0,20	0	0	8,03	0,99	0	0	0
20	0,44	0,15	0	0	4,43	0,59	0	0	0
25	0,34	0,11	0	0	2,53	0,36	0	0	0
30	0,27	0,08	0	0	1,47	0,23	3	0	3
35	0,21	0,07	0	0	0,87	0,14	2	0	2
40	0,17	0,05	0	0	0,52	0,09	4	0	4
45	0,14	0,04	0	0	0,31	0,06	3	0	3
50	0,11	0,03	0	0	0,19	0,04	0	0	0

Tabel 33, Verdiepte ligging km 50.0 – km 50.5

*Km 50.5 – km 50.6, Kruising Loonsebaan*

Ter plaatse van de Loonsebaan dient er een keuze te worden gemaakt tussen de varianten met een verdiepte ligging en de varianten met een onderdoorgang. Een de vrije baan waar de onderdoorgang in wordt aangelegd, zal op de zelfde plek blijven liggen. Echter kan door stijfheidsverschillen in de ondergrond wel meer trillingshinder ontstaan. Voor de verdiepte ligging zullen aan de west zijde tijdelijke sporen worden aangelegd (verplaatsing van circa 7 m) waarna aan de oostzijde de sporen met 9 m verplaatst zullen worden.

Onderstaand is van deze drie varianten een samenvatting gegeven van de beoordeling van de trillingshinder.

Ontwerp :	tijdelijke sporen
Verplaatsing sporen:	6 m naar het westen
Lengte deeltraject:	100 m
Overschrijding bts:	ja
Gehinderde panden:	2 → 2 per 100 m
Beoordeling effect:	-
Tabel:	32

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				Verschil Aantal panden
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
	10	0,84	0,29	0	0	1,33	1,54	0	
15	0,59	0,20	0	0	0,94	0,86	0	0	0
20	0,44	0,15	0	0	0,70	0,51	0	0	0
25	0,34	0,11	0	0	0,54	0,32	0	0	0
30	0,27	0,08	0	0	0,42	0,20	0	0	0
35	0,21	0,07	0	0	0,34	0,13	2	0	2
40	0,17	0,05	0	0	0,27	0,08	0	0	0
45	0,14	0,04	0	0	0,22	0,05	0	0	0
50	0,11	0,03	0	0	0,18	0,03	0	0	0

Tabel 34, Tijdelijke sporen km 50.5 – km 50.6

Ontwerp : onderdoorgang  
 Verplaatsing sporen: geen  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 6 → 6 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 33

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				Verschil Aantal panden
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
	10	0,84	0,29	0	0	1,26	0,74	0	
15	0,59	0,20	0	0	0,89	0,42	0	0	0
20	0,44	0,15	0	0	0,66	0,25	0	0	0
25	0,34	0,11	0	0	0,51	0,15	0	0	0
30	0,27	0,08	0	0	0,40	0,10	4	0	4
35	0,21	0,07	0	0	0,32	0,07	2	0	2
40	0,17	0,05	0	0	0,26	0,05	0	0	0
45	0,14	0,04	0	0	0,21	0,04	0	0	0
50	0,11	0,03	0	0	0,17	0,03	0	0	0

Tabel 35, Onderdoorgang km 50.5 – km 50.6

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 9 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 10 → 10 per 100 m  
 Beoordeling effect: - -  
 Tabel: 34

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				Verschil Aantal panden
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
	10	0,84	0,29	0	0	15,42	1,76	0	
15	0,59	0,20	0	0	8,03	0,99	0	0	0
20	0,44	0,15	0	0	4,43	0,59	0	0	0
25	0,34	0,11	0	0	2,53	0,36	0	0	0
30	0,27	0,08	0	0	1,47	0,23	4	0	4
35	0,21	0,07	0	0	0,87	0,14	2	0	2
40	0,17	0,05	0	0	0,52	0,09	3	0	3
45	0,14	0,04	0	0	0,31	0,06	1	0	1
50	0,11	0,03	0	0	0,19	0,04	0	0	0

Tabel 36, Verdiepte ligging km 50.5 – km 50.6

*Km 50.6 – km 51.1, Loonsebaan – Aansluiting Vught*

Tussen de Loonsebaan en de aansluiting Vught is een spooruitbreiding gepland aan de oostzijde van de bestaande sporen. Tevens dient de aansluiting Vught te worden verbeterd, dit zal gebeuren middels een verdiepte ligging van de sporen. In alle varianten zal in een tijdelijke situatie het spoor verplaatsen en in de toekomstige situatie worden terug gelegd. De varianten op dit deeltracé verschillen nagenoeg niet. De twee varianten, zijn onderstaand beoordeeld voor trillingshinder. Per variant is er een samenvatting gegeven.

Ontwerp : tijdelijke sporen  
 Verplaatsing sporen: 6 m naar het westen  
 Lengte deeltraject: 500 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 54 → 10,8 per 100 m  
 Beoordeling effect: --  
 Tabel: 35

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				Verschil Aantal panden
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	
	10	0,84	0,29	0	0	1,33	1,54	0	
15	0,59	0,20	0	0	0,94	0,86	0	0	0
20	0,44	0,15	10	0	0,70	0,51	10	0	10
25	0,34	0,11	0	0	0,54	0,32	7	0	7
30	0,27	0,08	0	0	0,42	0,20	16	0	16
35	0,21	0,07	0	0	0,34	0,13	12	0	12
40	0,17	0,05	0	0	0,27	0,08	9	0	9
45	0,14	0,04	0	0	0,22	0,05	0	0	0
50	0,11	0,03	0	0	0,18	0,03	0	0	0

Tabel 37, Verdiepte ligging km 50.6 – km 51.1

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 9 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 500 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 57 → 11,4 per 100 m  
 Beoordeling effect: - -  
 Tabel: 36

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,84	0,29	0	0	1,61	2,12	0	0
15	0,59	0,20	0	0	1,13	1,19	0	0	0
20	0,44	0,15	10	0	0,84	0,71	10	0	10
25	0,34	0,11	0	0	0,65	0,44	7	0	7
30	0,27	0,08	0	0	0,51	0,27	15	0	15
35	0,21	0,07	0	0	0,41	0,17	12	0	12
40	0,17	0,05	0	0	0,33	0,11	9	0	9
45	0,14	0,04	0	0	0,27	0,07	4	0	4
50	0,11	0,03	0	0	0,22	0,05	0	0	0

Tabel 38, Vrije baan km 50.6– km 51.1

#### Km 51.1 – km 51.4, Aansluiting Vught

Ter plaatse van de aansluiting Vught (sporen naar Tilburg, Eindhoven en 's-Hertogenbosch komen hier bij elkaar) zal of een dive-under worden aangelegd, of een combinaties van een overweg met een onderdoorgang. Op deze locatie is weinig bebouwing aanwezig, aangezien hier het spoor kuist met de N65. Onderstaand zijn de beide situaties beoordeeld en samengevat voor trillingshinder.

Ontwerp : verdiepte ligging (dive onder)  
 Verplaatsing sporen: 9 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 300 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 5 → 1,7 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 37

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$	$V_{\text{per,}}$	Aantal	Aantal	$V_{\text{eff, max}}$	$V_{\text{per,}}$	Aantal	Aantal	Aantal
	[-]	[-]	panden	panden	[-]	[-]	panden	panden	panden
			'Wonen'	'Kantoor'			'Wonen'	'Kantoor'	
10	0,84	0,29	0	0	1,61	2,12	0	0	0
15	0,59	0,20	0	0	1,13	1,19	0	0	0
20	0,44	0,15	0	0	0,84	0,71	0	0	0
25	0,34	0,11	0	1	0,65	0,44	0	1	1
30	0,27	0,08	0	0	0,51	0,27	0	0	0
35	0,21	0,07	0	0	0,41	0,17	2	0	2
40	0,17	0,05	0	0	0,33	0,11	0	0	0
45	0,14	0,04	0	0	0,27	0,07	2	0	2
50	0,11	0,03	0	0	0,22	0,05	0	0	0

Tabel 39, Verdiepte ligging km 51.1 – km 51.4

Voor een onderdoorgang op de locatie van de N65 zal door het verschil in stijfheid in de ondergrond een versterking van de trillingen kunnen optreden. Echter is in de huidige situatie al een onderdoorgang aanwezig. De nieuwe onderdoorgang zal ongeveer op dezelfde locatie worden gebouwd als de huidige, waardoor er geen/marginale verschillen in trillingsintensiteit zijn te verwachten. Deze situatie is als neutraal beoordeeld (0).

Ontwerp : onderdoorgang  
 Verplaatsing sporen: geen  
 Lengte deeltraject: 300 m  
 Overschrijding bts: nee  
 Gehinderde panden: 0 → 0 per 100 m  
 Beoordeling effect: 0

#### Km 51.4 – km 51.5 Aansluiting Vught - Helvoirtseweg

Voor het gedeelte tussen de aansluiting Vught en de Helvoirtseweg zijn twee varianten, namelijk een verdiepte ligging of een vrije baan zoals in de huidige situatie. Om de verdiepte ligging aan te kunnen leggen zullen de sporen tijdelijk worden verlegd. Voor zowel de permanente als de tijdelijke variant is een beoordeling gemaakt voor de mogelijke trillingshinder. Onderstaand is voor alle drie de varianten een beoordeling samengevat.

Ontwerp : vrije baan  
 Verplaatsing sporen: geen  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 31 → 31 per 100 m  
 Beoordeling effect: - - -  
 Tabel: 38

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,93	0,29	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,73	0,20	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,61	0,15	1	0	1
25	0,23	0,02	0	0	0,53	0,11	21	0	21
30	0,21	0,02	0	0	0,46	0,09	6	0	6
35	0,19	0,01	0	0	0,42	0,07	2	1	3
40	0,18	0,01	0	0	0,38	0,05	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,34	0,04	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,31	0,04	0	0	0

Tabel 40, vrije baan km 51.4– km 51.5

Ontwerp : tijdelijke sporen  
 Verplaatsing sporen: 15 m naar het westen  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 11 → 11 per 100 m  
 Beoordeling effect: --  
 Tabel: 39

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,67	0,09	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,54	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,47	0,04	1	0	1
25	0,23	0,02	0	0	0,42	0,03	10	0	10
30	0,21	0,02	0	0	0,39	0,02	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,36	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,33	0,01	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,31	0,01	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,30	0,01	0	0	0

Tabel 41, Tijdelijke sporen km 51.4– km 51.5

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 4 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 35 → 35 per 100 m  
 Beoordeling effect: ---  
 Tabel: 40

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$	$V_{\text{per,}}$	Aantal	Aantal	$V_{\text{eff, max}}$	$V_{\text{per,}}$	Aantal	Aantal	Aantal
	[-]	[-]	panden	panden	[-]	[-]	panden	panden	panden
			'Wonen'	'Kantoor'			'Wonen'	'Kantoor'	
10	0,36	0,05	0	0	1,22	0,40	0	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,96	0,28	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,81	0,20	1	0	1
25	0,23	0,02	0	0	0,70	0,16	21	0	21
30	0,21	0,02	0	0	0,62	0,12	6	0	6
35	0,19	0,01	0	0	0,55	0,10	2	1	3
40	0,18	0,01	0	0	0,50	0,08	2	0	2
45	0,17	0,01	0	0	0,46	0,06	2	0	2
50	0,16	0,01	0	0	0,42	0,05	0	0	0

Tabel 42, Verdiepte ligging km 51.4– km 51.5

*Km 51.5 – km 51.6 Kruising Helvoirtseweg*

De kruising van de Helvoirtseweg met het spoor ken twee varianten, een overweg voor het wegverkeer of een verdiepte ligging voor het spoorverkeer. Voor de aanleg van de verdiepte ligging is ook nog een variant met tijdelijke sporen opgenomen. Deze drie varianten zijn onderstaand beoordeeld en samengevat.

Ontwerp :	overweg
Verplaatsing sporen:	geen
Lengte deeltraject:	100 m
Overschrijding bts:	ja
Gehinderde panden:	5 → 5 per 100 m
Beoordeling effect:	-
Tabel:	41

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$	$V_{\text{per,}}$	Aantal	Aantal	$V_{\text{eff, max}}$	$V_{\text{per,}}$	Aantal	Aantal	Aantal
	[-]	[-]	panden	panden	[-]	[-]	panden	panden	panden
			'Wonen'	'Kantoor'			'Wonen'	'Kantoor'	
10	0,36	0,05	0	0	0,93	0,29	0	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,73	0,20	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,61	0,15	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,53	0,11	1	0	1
30	0,21	0,02	0	0	0,46	0,09	1	0	1
35	0,19	0,01	0	0	0,42	0,07	3	0	3
40	0,18	0,01	0	0	0,38	0,05	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,34	0,04	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,31	0,04	0	0	0

Tabel 43, Overweg km 51.5– km 51.6

Ontwerp :	tijdelijke sporen
Verplaatsing sporen:	15 m naar het westen
Lengte deeltraject:	100 m

Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 0 → 0 per 100 m  
 Beoordeling effect: 0  
 Tabel: 42

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$	$V_{\text{per,}}$	Aantal	Aantal	$V_{\text{eff, max}}$	$V_{\text{per,}}$	Aantal	Aantal	Aantal
	[-]	[-]	panden 'Wonen'	panden 'Kantoor'	[-]	[-]	panden 'Wonen'	panden 'Kantoor'	panden
10	0,36	0,05	0	0	0,67	0,09	0	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,54	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,47	0,04	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,42	0,03	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,39	0,02	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,36	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,33	0,01	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,31	0,01	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,30	0,01	0	0	0

Tabel 44, Tijdelijke sporen km 51.5– km 51.6

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 4 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 8 → 8 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 43

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$	$V_{\text{per,}}$	Aantal	Aantal	$V_{\text{eff, max}}$	$V_{\text{per,}}$	Aantal	Aantal	Aantal
	[-]	[-]	panden 'Wonen'	panden 'Kantoor'	[-]	[-]	panden 'Wonen'	panden 'Kantoor'	panden
10	0,36	0,05	0	0	1,22	0,40	0	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,96	0,28	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,81	0,20	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,70	0,16	1	0	1
30	0,21	0,02	0	0	0,62	0,12	1	0	1
35	0,19	0,01	0	0	0,55	0,10	3	0	3
40	0,18	0,01	0	0	0,50	0,08	2	0	2
45	0,17	0,01	0	0	0,46	0,06	1	0	1
50	0,16	0,01	0	0	0,42	0,05	0	0	0

Tabel 45, Verdiepte ligging km 51.5– km 51.6



*Km 51.6 – km 52.0 Helvoirtseweg – einde variant V1*

Op het deeltraject tussen de Helvoirtseweg en het einde van variant 1 zijn twee varianten beschouwd, namelijk de vrije baan en de variant met de verdiepte ligging. Daarnaast is er nog een derde variant beschouwd, namelijk de tijdelijke sporen die nodig zijn om het treinverkeer om te leiden tijdens de bouwfase. De drie beoordeelde varianten zijn onderstaand samengevat.

Ontwerp : vrije baan  
 Verplaatsing sporen: geen  
 Lengte deeltraject: 400 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 16 → 4 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 44

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,93	0,29	0	1
15	0,29	0,03	0	0	0,73	0,20	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,61	0,15	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,53	0,11	9	1	10
30	0,21	0,02	0	0	0,46	0,09	4	0	4
35	0,19	0,01	0	0	0,42	0,07	1	0	1
40	0,18	0,01	0	0	0,38	0,05	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,34	0,04	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,31	0,04	0	0	0

Tabel 46, Vrije baan km 51.6 – km 52.0

Ontwerp : tijdelijke sporen  
 Verplaatsing sporen: 15 m naar het westen  
 Lengte deeltraject: 400 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 9 → 2,3 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 45

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,67	0,09	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,54	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,47	0,04	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,42	0,03	9	0	9
30	0,21	0,02	0	0	0,39	0,02	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,36	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,33	0,01	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,31	0,01	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,30	0,01	0	0	0

Tabel 47, Tijdelijke sporen km 51.6 – km 52.0

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 6 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 400 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 4 → 1 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 46

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	1,28	0,46	0	1
15	0,29	0,03	0	0	1,01	0,32	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,84	0,23	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,73	0,18	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,64	0,14	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,57	0,11	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,52	0,09	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,47	0,07	3	0	3
50	0,16	0,01	0	0	0,43	0,06	0	0	0
55	0,15	0,01	0	0	0,40	0,05	0	0	0

Tabel 48, Verdiepte ligging km 51.6 – km 52.0

#### Km 52.0 – km 52.1 Einde variant V1- Esschestraat

In het gebied tussen het einde van variant V1 en de Esschenstraat zijn twee type varianten beschouwd, namelijk, een vrije baan en een verdiepte ligging. Voor de verdiepte ligging zijn in de boufase ook tijdelijke sporen benodigd om het trein verkeer te laten passeren. Onderstaand zijn deze drie varianten beoordeeld en is de beoordeling samengevat.

Ontwerp : vrije baan  
 Verplaatsing sporen: geen  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 5 → 5 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 47

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,93	0,29	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,73	0,20	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,61	0,15	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,53	0,11	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,46	0,09	2	1	3
35	0,19	0,01	0	0	0,42	0,07	2	0	2
40	0,18	0,01	0	0	0,38	0,05	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,34	0,04	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,31	0,04	0	0	0

Tabel 49, Vrije baan km 51.6 – km 52.1

Ontwerp : tijdelijke sporen  
 Verplaatsing sporen: 15 m naar het westen  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Gehinderde panden: 0 → 0 per 100 m  
 Beoordeling effect: 0  
 Tabel: 48

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,67	0,09	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,54	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,47	0,04	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,42	0,03	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,39	0,02	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,36	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,33	0,01	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,31	0,01	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,30	0,01	0	0	0

Tabel 50, Tijdelijke sporen km 52.0 – km 52.1

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 7 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 14 → 14 per 100 m  
 Beoordeling effect: - -  
 Tabel: 49

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	1,33	0,49	0	0
15	0,29	0,03	0	0	1,05	0,34	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,88	0,25	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,76	0,19	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,67	0,15	2	1	3
35	0,19	0,01	0	0	0,60	0,12	2	0	2
40	0,18	0,01	0	0	0,54	0,09	2	0	2
45	0,17	0,01	0	0	0,49	0,08	1	1	2
50	0,16	0,01	0	0	0,45	0,06	5	0	5
55	0,15	0,01	0	0	0,41	0,05	0	0	0

Tabel 51, Verdiepte ligging km 52.0 – km 52.1

#### Km 52.1 – km 52.2 Kruising Esschestraat

Ter plaatse van de Esschestraat is in de huidige situatie een overweg. In de toekomst zal hier een overweg komen voor het wegverkeer (op variant V1 na) of een verdiepte ligging voor het spoorverkeer. Voor de aanleg van de verdiepte ligging is tevens een tijdelijk spoor benodigd. De beoordeling van deze drie situaties is hieronder samengevat.

Ontwerp : overweg  
 Verplaatsing sporen: geen  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 13 → 13 per 100 m  
 Beoordeling effect: - -  
 Tabel: 50

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,93	0,29	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,73	0,20	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,61	0,15	3	1	4
25	0,23	0,02	0	0	0,53	0,11	0	1	1
30	0,21	0,02	0	0	0,46	0,09	2	1	3
35	0,19	0,01	0	0	0,42	0,07	2	0	2
40	0,18	0,01	0	0	0,38	0,05	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,34	0,04	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,31	0,04	0	0	0

Tabel 52, Vrije baan km 52.1 – km 52.2

Ontwerp : tijdelijke sporen  
 Verplaatsing sporen: 15 m naar het westen  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 3 → 3 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 51

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,67	0,09	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,54	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,47	0,04	3	0	3
25	0,23	0,02	0	0	0,42	0,03	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,39	0,02	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,36	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,33	0,01	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,31	0,01	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,30	0,01	0	0	0

Tabel 53, Tijdelijke sporen km 52.1 – km 52.2

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 3 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 13 → 13 per 100 m  
 Beoordeling effect: - -  
 Tabel: 52

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	1,11	0,37	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,87	0,26	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,73	0,19	3	1	4
25	0,23	0,02	0	0	0,63	0,14	0	1	1
30	0,21	0,02	0	0	0,56	0,11	2	1	4
35	0,19	0,01	0	0	0,50	0,09	2	0	2
40	0,18	0,01	0	0	0,45	0,07	1	0	1
45	0,17	0,01	0	0	0,41	0,06	1	0	1
50	0,16	0,01	0	0	0,37	0,05	0	0	0

Tabel 54, Verdiepte ligging km 52.1 – km 52.2

*Km 52.2 – km 52.6 Esschestraat - Repelweg*

Tussen de Esschestraat en de Repelweg zijn twee varianten beschouwd. Het eerste is de vrije baan, de tweede is de verdiepte ligging. De situatie is gelijk de voorgaande trajecten. Aanvullend is ook de tijdelijke bouwsituatie voor de verdiepte ligging beoordeeld. Een samenvatting van de drie beoordelingen is onderstaand gegeven.

Ontwerp : vrije baan  
 Verplaatsing sporen: geen  
 Lengte deeltraject: 400 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 47 → 11,8 per 100 m  
 Beoordeling effect: - -  
 Tabel: 53

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,93	0,29	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,73	0,20	7	0	7
20	0,25	0,03	0	0	0,61	0,15	15	1	16
25	0,23	0,02	0	0	0,53	0,11	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,46	0,09	22	0	22
35	0,19	0,01	0	0	0,42	0,07	2	0	2
40	0,18	0,01	0	0	0,38	0,05	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,34	0,04	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,31	0,04	0	0	0

Tabel 55, Vrije baan km 52.2 – km 52.6

Ontwerp : tijdelijke sporen  
 Verplaatsing sporen: 14 m naar het westen  
 Lengte deeltraject: 400 m  
 Overschrijding bts: nee  
 Panden met hinder: 0 → 0 per 100 m  
 Beoordeling effect: 0  
 Tabel: 54

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,65	0,09	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,53	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,46	0,05	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,41	0,04	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,38	0,03	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,35	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,33	0,02	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,31	0,02	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,29	0,01	0	0	0

Tabel 56, Tijdelijke sporen km 52.2 – km 52.6

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 5 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 400 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 52 → 13 per 100 m  
 Beoordeling effect: --  
 Tabel: 55

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	1,22	0,43	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,96	0,30	7	0	7
20	0,25	0,03	0	0	0,81	0,22	15	1	16
25	0,23	0,02	0	0	0,70	0,17	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,61	0,13	22	0	22
35	0,19	0,01	0	0	0,55	0,10	2	0	2
40	0,18	0,01	0	0	0,50	0,08	3	0	3
45	0,17	0,01	0	0	0,45	0,07	2	0	2
50	0,16	0,01	0	0	0,41	0,05	0	0	0

Tabel 57, Verdiepte ligging km 52.2 – km 52.6

*Km 52.6 – km 52.7 Kruising Repelweg*

De Repelweg kruist het spoor nu als een overweg. Ook in een van de twee voorgestelde varianten is dit het geval. In de andere variant zal een verdiepte ligging van het spoor worden aangelegd. Voor de aanleg van de verdiepte ligging is een tijdelijk spoor benodigd. De beoordeling van de tijdelijke variant en 'definitieve' varianten is onderstaand samengevat.

Ontwerp :	overweg
Verplaatsing sporen:	geen
Lengte deeltraject:	100 m
Overschrijding bts:	ja
Panden met hinder:	19 → 19 per 100 m
Beoordeling effect:	--
Tabel:	56

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,93	0,29	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,73	0,20	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,61	0,15	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,53	0,11	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,46	0,09	16	0	16
35	0,19	0,01	0	0	0,42	0,07	3	0	3
40	0,18	0,01	0	0	0,38	0,05	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,34	0,04	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,31	0,04	0	0	0

Tabel 58, Overweg km 52.6 – km 52.7

Ontwerp :	tijdelijke sporen
Verplaatsing sporen:	12 m naar het westen
Lengte deeltraject:	100 m
Overschrijding bts:	nee
Panden met hinder:	0 → 0 per 100 m
Beoordeling effect:	0
Tabel:	57



Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,62	0,08	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,51	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,44	0,04	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,39	0,03	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,36	0,03	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,33	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,31	0,02	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,29	0,01	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,28	0,01	0	0	0

Tabel 59, Tijdelijke sporen km 52.6 – km 52.7

Ontwerp :                   verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen:    6 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject:     100 m  
 Overschrijding bts:     ja  
 Panden met hinder:     21 → 21 per 100 m  
 Beoordeling effect:     - - -  
 Tabel:                     58

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	1,22	0,43	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,96	0,30	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,81	0,22	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,70	0,17	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,61	0,13	16	0	16
35	0,19	0,01	0	0	0,55	0,10	3	0	3
40	0,18	0,01	0	0	0,50	0,08	1	0	1
45	0,17	0,01	0	0	0,45	0,07	1	0	1
50	0,16	0,01	0	0	0,41	0,05	0	0	0

Tabel 60, Verdiepte ligging km 52.6 – km 52.7

*Km 52.7 – km 53.1 Repelweg - Wolfskamerweg*

In het gebied tussen de Repelweg en de Wolfskamerweg zijn twee varianten ontworpen. Er is een vrije baan zoals ook de huidige situatie is beoordeeld en een verdiepte ligging van de sporen. Om de verdiepte ligging te kunnen aanleggen is er ook een tijdelijke verlegging van de sporen nodig. De beoordeling van deze drie situaties zijn onderstaand samengevat

Ontwerp : vrije baan  
 Verplaatsing sporen: geen  
 Lengte deeltraject: 400 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 17 → 4,3 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 59

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,93	0,29	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,73	0,20	0	1	1
20	0,25	0,03	0	0	0,61	0,15	1	9	10
25	0,23	0,02	0	0	0,53	0,11	0	1	1
30	0,21	0,02	0	0	0,46	0,09	3	1	4
35	0,19	0,01	0	0	0,42	0,07	1	0	1
40	0,18	0,01	0	0	0,38	0,05	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,34	0,04	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,31	0,04	0	0	0

Tabel 61, Vrije baan km 52.7 – km 53.1

Ontwerp : tijdelijke situatie  
 Verplaatsing sporen: 12 m naar het westen  
 Lengte deeltraject: 400 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 0 → 0 per 100 m  
 Beoordeling effect: 0  
 Tabel: 60

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,62	0,08	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,51	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,44	0,04	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,39	0,03	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,36	0,03	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,33	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,31	0,02	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,29	0,01	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,28	0,01	0	0	0

Tabel 62, Tijdelijke sporen km 52.7 – km 53.1

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 6 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 400 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 20 → 5 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 61

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	1,22	0,43	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,96	0,30	0	1	1
20	0,25	0,03	0	0	0,81	0,22	1	9	10
25	0,23	0,02	0	0	0,70	0,17	0	1	1
30	0,21	0,02	0	0	0,61	0,13	3	1	4
35	0,19	0,01	0	0	0,55	0,10	1	0	1
40	0,18	0,01	0	0	0,50	0,08	1	1	2
45	0,17	0,01	0	0	0,45	0,07	1	0	1
50	0,16	0,01	0	0	0,41	0,05	0	0	0

Tabel 63, Verdiepte ligging km 52.7 – km 53.1

#### Km 53.1 – km 53.2 Wolfskamerweg

Ter plaatse van de Wolfskamerweg is in de huidige situatie een overweg. In de toekomstige situatie zal hier of een onderdoorgang worden aangelegd of een verdiepte ligging. Beide constructies hebben een verschillend effect op de trillingsintensiteit van de trillingen veroorzaakt door het rail verkeer. Naast de onderdoorgang en de verdiepte ligging is tevens het tijdelijke spoor beoordeeld voor het thema trillingshinder. Hieronder volgt een samenvatting.

Ontwerp : onderdoorgang  
 Verplaatsing sporen: geen  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 2 → 2 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 62

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	1,30	0,41	0	0
15	0,29	0,03	0	0	1,02	0,28	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,85	0,21	0	1	1
25	0,23	0,02	0	0	0,74	0,16	0	1	1
30	0,21	0,02	0	0	0,65	0,12	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,58	0,10	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,53	0,08	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,48	0,06	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,44	0,05	0	0	0
55	0,15	0,01	0	0	0,40	0,04	0	0	0

Tabel 64, Onderdoorgang km 53.1 – km 53.2

Ontwerp : tijdelijke sporen  
 Verplaatsing sporen: 12 m naar het westen  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: nee  
 Panden met hinder: 0 → 0 per 100 m  
 Beoordeling effect: 0  
 Tabel: 63

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,62	0,08	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,51	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,44	0,04	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,39	0,03	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,36	0,03	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,33	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,31	0,02	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,29	0,01	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,28	0,01	0	0	0

Tabel 65, tijdelijke sporen km 53.1 – km 53.2

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 6 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 100 m  
 Overschrijding bts: nee  
 Panden met hinder: 0 → 0 per 100 m  
 Beoordeling effect: 0  
 Tabel: 64

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	1,22	0,43	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,96	0,30	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,81	0,22	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,70	0,17	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,61	0,13	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,55	0,10	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,50	0,08	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,45	0,07	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,41	0,05	0	0	0

Tabel 66, Verdiepte ligging km 53.1 – km 53.2

*Km 53.2 – 53.7 Wolfskamerweg – Eind variant V4*

Op het 500 m lange deeltraject tussen de Wolfskamerweg en het einde van variant V4 zijn drie ontwerpvarianten beoordeeld, namelijk de vrije baan, de tijdelijke sporen en de verdiepte ligging. Onderstaand is een samenvatting van de beoordeling weergegeven.

Ontwerp : vrije baan  
 Verplaatsing sporen: geen  
 Lengte deeltraject: 500 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 18 → 3,6 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 65

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{eff, max}$ [-]	$V_{per,}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,93	0,29	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,73	0,20	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,61	0,15	3	4	7
25	0,23	0,02	0	0	0,53	0,11	1	10	11
30	0,21	0,02	0	0	0,46	0,09	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,42	0,07	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,38	0,05	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,34	0,04	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,31	0,04	0	0	0

Tabel 67, Vrije baan km 53.2 – km 53.7

Ontwerp : tijdelijke sporen

Verplaatsing sporen: 12 m naar het westen  
 Lengte deeltraject: 500 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 3 → 0,6 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 66

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,62	0,08	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,51	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,44	0,04	3	0	3
25	0,23	0,02	0	0	0,39	0,03	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,36	0,03	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,33	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,31	0,02	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,29	0,01	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,28	0,01	0	0	0

Tabel 68, Tijdelijke sporen km 53.2 – km 53.7

Ontwerp : verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen: 6 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 500 m  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 22 → 4,4 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 67

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	1,22	0,43	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,96	0,30	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,81	0,22	3	4	7
25	0,23	0,02	0	0	0,70	0,17	1	10	11
30	0,21	0,02	0	0	0,61	0,13	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,55	0,10	0	3	3
40	0,18	0,01	0	0	0,50	0,08	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,45	0,07	1	0	1
50	0,16	0,01	0	0	0,41	0,05	0	0	0

Tabel 69, verdiepte ligging km 53.2 – km 53.7

*Km53.7 – km 54.5 Eind variant V4 t/m Eind variant V5*

Tussen de varianten V4 en V5 is een lengte van de sporen van 800 m gelegen. Op de laatste 400 m is geen bebouwing meer gelegen, daarom is in onderstaande beschouwing dit gedeelte buiten de beoordeling gehouden. Op het traject zijn drie ontwerpvarianten beoordeeld, namelijk, de vrije baan, de tijdelijke sporen en de verdiepte ligging. Onderstaand is een samenvatting van de beoordeling weergegeven.

Ontwerp : vrije baan  
 Verplaatsing sporen: 6 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject: 400 m (km 53.7 t/m km 54.1)  
 Overschrijding bts: ja  
 Panden met hinder: 27 → 6,8 per 100 m  
 Beoordeling effect: -  
 Tabel: 68

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,93	0,29	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,73	0,20	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,61	0,15	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,53	0,11	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,46	0,09	1	0	1
35	0,19	0,01	0	0	0,42	0,07	26	0	26
40	0,18	0,01	0	0	0,38	0,05	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,34	0,04	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,31	0,04	0	0	0

Tabel 70, Vrije baan km 53.7 – km 54.5

Ontwerp : tijdelijke sporen  
 Verplaatsing sporen: 12 m naar het westen  
 Lengte deeltraject: 400 m (km 53.7 t/m km 54.1)  
 Overschrijding bts: nee  
 Panden met hinder: 0 → 0 per 100 m  
 Beoordeling effect: 0  
 Tabel: 69

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	0,62	0,08	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,51	0,06	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,44	0,04	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,39	0,03	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,36	0,03	0	0	0
35	0,19	0,01	0	0	0,33	0,02	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,31	0,02	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,29	0,01	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,28	0,01	0	0	0

Tabel 71, Tijdelijke sporen km 53.7 – km 54.5

Ontwerp :                   verdiepte ligging  
 Verplaatsing sporen:    6 m naar het oosten  
 Lengte deeltraject:     400 m (km 53.7 t/m km 54.1)  
 Overschrijding bts:     ja  
 Panden met hinder:     1 → 0,3 per 100 m  
 Beoordeling effect:     -  
 Tabel:                     70

Afstand tot spoor [-]	Referentie situatie				Project situatie				
	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	$V_{\text{eff, max}}$ [-]	$V_{\text{per,}}$ [-]	Aantal panden 'Wonen'	Aantal panden 'Kantoor'	Aantal panden
	10	0,36	0,05	0	0	1,22	0,43	0	0
15	0,29	0,03	0	0	0,96	0,30	0	0	0
20	0,25	0,03	0	0	0,81	0,22	0	0	0
25	0,23	0,02	0	0	0,70	0,17	0	0	0
30	0,21	0,02	0	0	0,61	0,13	1	0	1
35	0,19	0,01	0	0	0,55	0,10	0	0	0
40	0,18	0,01	0	0	0,50	0,08	0	0	0
45	0,17	0,01	0	0	0,45	0,07	0	0	0
50	0,16	0,01	0	0	0,41	0,05	0	0	0

Tabel 72, Verdiepte ligging km 53.7 – km 54.5



# Colofon

PHS METEREN-BOXTEL:

MB144-02 DEELONDERZOEK TRILLINGEN

**OPDRACHTGEVER:**

ProRail

**STATUS:**

Definitief

**AUTEUR:**

Ir. A.V. van Uitert

**GECONTROLEERD DOOR:**

Johan Christen

**VRIJGEGEVEN DOOR:**

Leo van Loon

30 januari 2014

077424667:D

ARCADIS NEDERLAND BV  
Piet Mondriaanlaan 26  
Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Tel 033 4771 000  
Fax 033 4772 000  
www.arcadis.nl  
Handelsregister 09036504