

# OPLEVERTOETS SPOREN IN DEN BOSCH

06 DECEMBER 2017

VERSIE C

DEFINITIEF





# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>6</b>
1.1	Project omschrijving	6
1.2	Aanpak	6
1.3	Leeswijzer	7
<b>2</b>	<b>UITGANGSPUNTEN</b>	<b>8</b>
2.1	Toetsingskadertrillingen	8
2.2	Werkwijze opleveringstoets	9
2.3	Afbakening onderzoeksgebied	12
2.4	Nadere beschrijving uitgangspunten model	13
2.4.1	Uitgangspunten brongegevens	13
2.4.2	Uitgangspunten grondopbouw	18
2.4.3	Uitgangspunten bebouwing	18
<b>3</b>	<b>TRILLINGSMETINGEN</b>	<b>20</b>
3.1	Uitgevoerde trillingsmetingen	20
3.1.1	Trillingsmetingen ten behoeve van het Tracébesluit Sporen in Den Bosch	20
3.1.2	Voor- en naonderzoek ten behoeve van Tracébesluit Sporen in Den Bosch	21
3.1.3	Overige onderzoeken	22
3.2	Interpretatiemetingen	23
3.2.1	Trillingsmetingen	23
3.2.2	Rijsnelheid treinen	25
3.3	Conclusies op basis van de voor- en nameting	26
<b>4</b>	<b>REKENMETHODIEK ONDERZOEKSGBIED</b>	<b>27</b>
4.1	Modelberekening $V_{maxBts}$	27
4.2	Modelberekening $V_{per}$	32
<b>5</b>	<b>TOETSING TRILLINGEN</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>MAATREGELAFWEGING</b>	<b>38</b>
6.1	Algemene opzet	38

6.2	Clustering van afwegingspanden	38
6.3	Methodiek van afweging maatregelen	39
6.4	Beschrijving vervolgstappen per cluster	39
6.5	Algemene beoordeling van maatregelen	43
6.5.1	Bronmaatregelen	43
6.5.2	Maatregel in de overdracht	44
6.5.3	Maatregel bij ontvanger	46
<b>7</b>	<b>MAATREGELLEN AFWEGING PER CLUSTER</b>	<b>47</b>
7.1	Clustering van afwegingspanden	47
7.2	Selectie van effectieve maatregelen	48
7.3	Afweging per cluster	49
7.3.1	Cluster Sint Lucasstraat	49
7.3.2	Cluster Sint Maartenstraat	52
7.3.3	Cluster Veemarktweg	54
7.3.4	Cluster Peellandstraat	55
7.3.5	Combinatie clusters oostzijde	58
7.3.6	Cluster Parallelweg	58
7.3.7	Cluster Celsiusstraat	60
7.3.8	Combinatie clusters westzijde	63
7.4	Samenvattende maatregelenafweging eindsituatie	63
<b>8</b>	<b>SAMENVATTING</b>	<b>66</b>
<b>9</b>	<b>REFERENTIES</b>	<b>68</b>
	<b>BIJLAGE A BEREKENINGSRESULTATEN EN TOETSING</b>	<b>69</b>
	<b>BIJLAGE B RESULTATEN TOETSING BTS OP TEKENING</b>	<b>74</b>
	<b>BIJLAGE C BESCHRIJVING VAN TRILLINGSREDUCERENDE MAATREGELLEN</b>	<b>78</b>
	<b>BIJLAGE D KOSTENANALYSE VAN MAATREGELLEN</b>	<b>90</b>
	<b>BIJLAGE E: MAATREGELLEN AFWEGING</b>	<b>96</b>
	<b>BIJLAGE F NOTITIE CAMERA-ANALYSE</b>	<b>104</b>
	<b>BIJLAGE G: OVERZICHT MAATREGELLENAFWEGING</b>	<b>110</b>
	<b>BIJLAGE H: OVERZICHT HET INVLOED VAN MAATREGELLENSETS OP VMAX EN VPER</b>	<b>113</b>



# 1 INLEIDING

## 1.1 Project omschrijving

In 2011 is er een Tracébesluit Sporen in Den Bosch opgesteld. In dit Tracébesluit zijn de effecten van trillingen veroorzaakt door spoorverkeer getoetst ten aanzien van de aanleg van de nieuwe spoorbruggen over de Dieze, de flyover, de bijbehorende spooraanpassingen en de verhoging van de baanvaksnelheid.

In het Tracébesluit is geconcludeerd dat in het gebied rondom station 's-Hertogenbosch een kans van 20% was op overschrijding van de toen geldende SBR-richtlijn Trillingen deel B Hinder voor personen in gebouwen. In het Tracébesluit is besloten zowel voorafgaand aan de wijzigingen als na afloop van de wijzigingen respectievelijk een voormeting en een nameting van de trillingen uit te voeren. Om vervolgens te kunnen toetsen of trilling reducerende maatregelen benodigd zijn.

In voorliggende rapportage worden de voor- en de natoets beschreven, wordt er middels een modellering voor de bebouwing gelegen rondom het emplacement van station 's-Hertogenbosch een nadere toetsing conform de thans vigerende Beleidsregel trillingshinder spoor (Bts) uitgevoerd en wordt een maatregelafweging uitgewerkt.

## 1.2 Aanpak

In de rapportage Sporen in Den Bosch, Overzichtsrapport trillingen, tracébesluit (ref 5) worden de volgende conclusies getrokken voor de situatie na implementatie van het project sporen in den Bosch:

- Op de locaties NO (Boschveldweg) en ZO (Maijweg) in het studiegebied Sporen in Den Bosch is sprake van een overschrijding van de streefwaarde volgens de SBR richtlijn deel B en van een toename van de  $V_{max} > 1,3$ .
- Voor het zuidelijk gedeelte van de Boschveldweg (nabij station Den Bosch) geldt dat er een beperkte kans is (20%) dat een trillingstoename met een factor van 1,3 optreedt, dat wil zeggen dat er een overschrijding optreedt die waarneembaar is. Derhalve is in het TB aangegeven om het effect na uitvoering van het project te meten.
- Op locatie N1(Orthen-poort) in het studiegebied Sporen in Den Bosch is sprake van een toename van de  $v_{max} > 1,3$ . De streefwaarde volgens de SBR richtlijn deel B wordt hier echter niet overschreden.'
- Voor alle drie de locaties is geconcludeerd dat de kosten voor maatregelen 'onredelijk hoog' zijn.

In de TB-rapportage is ten noorden van de Dieze uitgegaan van een conservatieve benadering, wegens het ontbreken van meetdata. Op basis van deze resultaten concluderen de opstellers van het tracébesluit Sporen in Den Bosch dat deze inschatting conservatief was.

Op basis van bovenstaande is geconcludeerd dat enkel voor het zuidelijke gedeelte van het plangebied ,ten zuiden van de Dieze (km 47.0 t/m km 48.9), een toets op de trillingen in de plansituatie uitgevoerd behoeft te worden.

Op de in het TB voorgestelde locaties is in 2012 een vooronderzoek uitgevoerd om de huidige situatie in beeld te brengen. Na afronden van het project is nogmaals eenzelfde trillingsmeting uitgevoerd op dezelfde locaties. Deze voor- en nametingen zijn onderling vergeleken om op de betreffende locaties het gemeten effect van TB SiDB te bepalen. Daarnaast wordt in de voorliggende rapportage, op basis van de voor- en nametingen en de eerdere trillingsmetingen uitgevoerd in 2009, een inschatting gemaakt van het effect van de veranderingen behorend tot TB SiDB.

Zowel de voormeting als de nameting zijn uitgewerkt tot een 95% waarde conform de meetmethodiek van de Bts (Laatste stand der techniek conform TB SiDB). Vervolgens zijn deze metingen verwerkt in het prognosemodel voor trillingen van Arcadis.

In het prognosemodel van Arcadis zijn verschillende uitgangspunten ingevoerd ter bepaling van de 'huidige situatie' (voor TB SiDB), dit betreft de volgende uitgangspunten ten aanzien van de spoorinfrastructuur en -gebruik:

- Ligging sporen
- Sporenlay-out (vrije baan/wissels)
- Intensiteit treinen
- Rijsnelheid treinen
- Type treinen (reizigerstrein / goederentrein)

De resultaten van het trillingenmodel, waarmee de trillingsniveaus vóór TB SiDB zijn bepaald zijn vergeleken met de resultaten van het prognosemodel gebaseerd op de nameting. In het model eindsituatie is rekening gehouden met de uitgangspunten uit het TB SiDB, waar deze tijdens de meting nog niet zijn bereikt, zoals de uiteindelijke snelheid van de passerende treinen. Door beide modeluitkomsten te vergelijken en te toetsen conform Bts is het gevolg van TB SiDB getoetst voor het gehele bovenomschreven projectgebied.

Conform Bts is vervolgens een maatregelenafweging uitgevoerd op basis van de resultaten van de toetsing.

### **1.3 Leeswijzer**

Het rapport heeft de volgende opzet:

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten van het onderzoek beschreven. De trillingsmetingen zijn uitgewerkt in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt de rekenmethodiek van de prognose toegelicht. Hoofdstuk 5 betreft de toetsing van de prognose resultaten conform de Bts. Een globale maatregelafweging wordt gegeven in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 worden de maatregelen per cluster afgewogen. In hoofdstuk 8 zijn de conclusies van het onderzoek weergegeven.

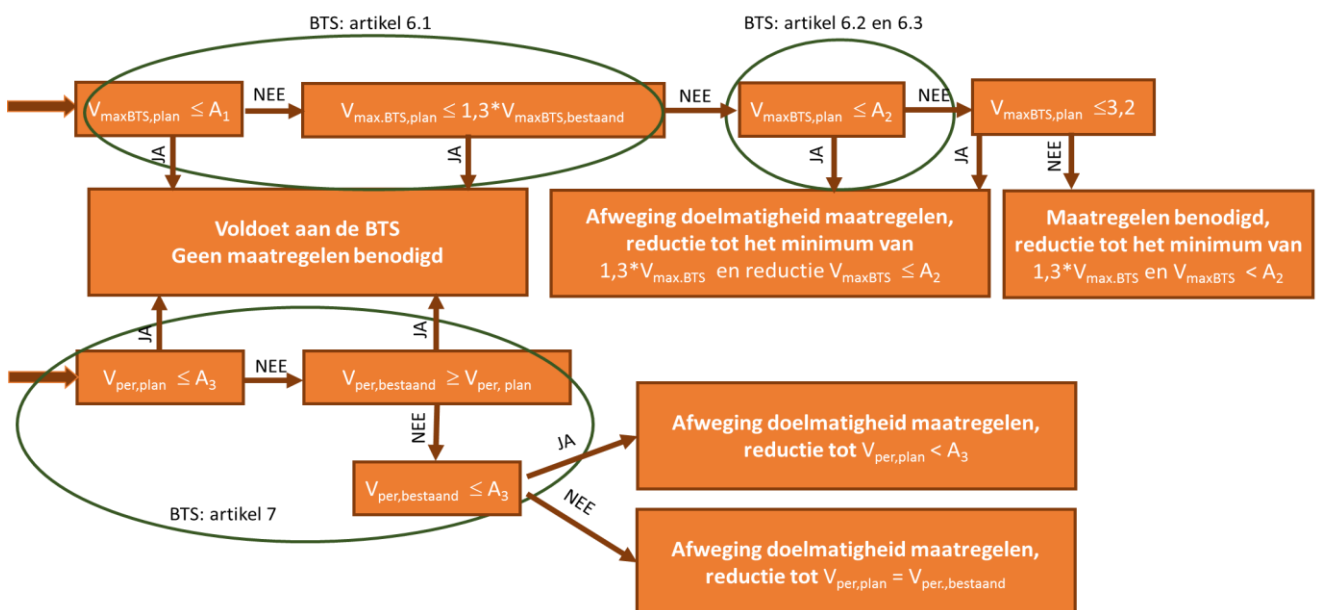
## 2 UITGANGSPUNTEN

### 2.1 Toetsingskadertrillingen

Treinverkeer kan leiden tot trillingen in gebouwen. Deze trillingen kunnen weer leiden tot hinder voor personen in deze gebouwen. De gehanteerde beoordelingsmethodiek voor hinder is, in tegenstelling tot de methodiek toegepast voor het Tracébesluit SiDB, uitgevoerd aan de hand van de regels en criteria zoals opgenomen in de Beleidsregel trillinghinder spoor (Bts). Deze Beleidsregel is van toepassing op beoordeling van trillinghinder ten behoeve van de vaststelling van tracébesluiten voor de aanleg, wijziging of het opnieuw in gebruik nemen van een landelijke spoorweg.

In 2012 heeft de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, vooruitlopend op toekomstige wetgeving een Beleidsregel trillinghinder spoor (Bts, versie 2012) voor Tracébesluiten opgesteld, welke in 2014 (Bts, versie 2014) is herzien. Voor het beoordelen van hinderbeleving door verkeer wordt in het algemeen gebruik gemaakt van de Stichting Bouw Research (SBR) meet- en beoordelingsrichtlijn deel B "Hinder voor personen in gebouwen". Bts vult de SBR-B-richtlijn aan en vormt de richtlijn voor de toetsing van tracébesluiten.

Het toetsingskader van de Bts is tot stand gekomen naar aanleiding van de uitspraak van de Raad van State over het TB SiDB. Naar aanleiding van de uitspraak zijn voor- en nameting nu geanalyseerd volgens de Bts methodiek. Hiermee is aan de hand van de voormeting de referentiesituatie opnieuw vastgesteld en wordt voorkomen dat het gevolg van verschillende meetwijzen van invloed is op de bepaling van het projecteffect. De Bts geeft een methode voor het toetsen van trillingen veroorzaakt door railverkeer. De toetsing van de trillingen gebeurt op basis van de trillingssterkte ( $V_{max}$ ) en een gemiddelde hiervan over de tijd ( $V_{per}$ ). Deze waarden worden getoetst aan de streef- en grenswaarden  $A_1$ ,  $A_2$  en  $A_3$  uit de Bts. In het onderstaande stroomschema (Figuur 1) is de toetsing weergegeven.



Figuur 1 Stroomschema toetsing Bts

Hierin zijn de volgende grootheden gebruikt:

$V_{max}$ : De maximale trillingssterkte: grootste waarde over de meetduur van de voortschrijdende effectieve gewogen momentane trillingssterkte (maximale waarde voor toetsing trillingssterkte).

$V_{per}$ : De gemiddelde trillingssterkte: trillingssterkte over de beoordelingsperiode bepaald op basis van het kwadratisch gemiddelde van de grootste waarden van  $V_{max}$  (gemiddelde waarde voor de trillingssterkte over de tijd, gebaseerd op de opgetreden maxima).

$A_1$ : Streefwaarde Bts, voor de trillingssterkte  $V_{max}$ , zie Tabel 1.

$A_2$  en  $A_3$ : Grenswaarden Bts, voor de trillingssterkte  $V_{max}$  en  $V_{per}$ , zie Tabel 1.



De Bts geeft voor volgende twee situaties grens- en streefwaarden:

- Nieuwe situatie: referentiesituatie waarin geen sprake is van trillingen als gevolg van railverkeer.
- Bestaande situatie: referentiesituatie waarin reeds sprake is van trillingen als gevolg van railverkeer. Dit is een situatie waarbij in de huidige situatie al een trillingsbron, bijvoorbeeld het spoor, aanwezig is en waarbij een trillingssterkte optreedt.

Bij het zuidelijke trajectdeel van Sporen in Den Bosch is sprake van een bestaand spoor, waarvan de benutting wordt gewijzigd en waaraan op enkele delen een fysieke sporaanpassing heeft plaatsgevonden. Dit betekent dat de toetsing conform Bts plaatsvindt voor de situatie “bestaande situatie”. Voor de toetsing van de bestaande situatie worden de grens- en streefwaarden voor A1, A2 en A3 uit *Tabel 1* gebruikt.

*Tabel 1 Grens- en streefwaarden bestaande situatie: V<sub>max</sub> (A1 en A2) en V<sub>per</sub> (A3) volgens Bts methodiek*

Gebouwfunctie	Dag- en avondperiode			Nachtperiode		
	V <sub>max</sub>		V <sub>per</sub>	V <sub>max</sub>		V <sub>per</sub>
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
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

Indien zowel aan de streefwaarde van V<sub>max</sub> als aan de grenswaarde van V<sub>per</sub> wordt voldaan hoeft er geen maatregel te worden overwogen.

Indien de toetstingscriteria worden overschreden dienen trilling-mitigerende maatregelen te worden afgewogen op basis van doelmatigheid van de maatregelen, behoudens in de volgende gevallen:

- Indien V<sub>max</sub> met minder dan een factor 1,3 toeneemt hoeven er geen maatregelen te worden afgewogen.
- Als V<sub>max</sub> meer dan 3,2 bedraagt dienen maatregelen in alle gevallen toegepast te worden.

In dit document wordt in algemene zin gesproken over “overschrijding van de grenswaarden volgens de Bts methodiek” voor die gevallen waarin sprake is van de verplichte afweging of toepassing van maatregelen.

## 2.2 Werkwijze opleveringstoets

De gehanteerde werkwijze in het trillingsonderzoek voor de natoets is in deze paragraaf beknopt samengevat. Ten behoeve van het onderzoek zijn twee situaties van belang, namelijk de referentiesituatie en de plansituatie. Door de trillingshinder in de plansituatie te vergelijken met de trillingshinder in de referentiesituatie, worden de trillingseffecten van het project Sporen in Den Bosch op de omgeving in beeld gebracht. Binnen het onderzoek naar trillingshinder zijn vijf stappen te onderscheiden, namelijk:

- Stap 1 Definiëren referentiesituatie spoor;
- Stap 2 Inventarisatie trillingssituatie en definiëren uitgangspunten (Tracébesluit Sporen in Den Bosch);
- Stap 3 Beoordeling en verwerking van trillingsmetingen ;
- Stap 4 Analyse trillingsmetingen voor- en nameting en uitvoeren trillingsberekeningen voor projectgebied, inclusief toetsing aan de Bts;
- Stap 5 Uitwerken van trillingsmaatregelen en afweging doelmatigheid.

Onderstaand worden de stappen nader toegelicht.

## **Stap 1 - Definiëren referentiesituatie spoor**

In het trillingsonderzoek is de trillingssituatie in de plansituatie (situatie na realisatie van het project Sporen in Den Bosch) vergeleken met de referentiesituatie. De referentiesituatie is de situatie voorafgaande aan de uitvoering van het project Sporen in Den Bosch. Het onderzoeksgebied voor het trillingsonderzoek is geografisch opgedeeld in twee gebieden. Het noordelijk gebied en het zuidelijk gebied. De scheidingslijn is gelegen ter plaatse van de Dieze. Enkel de het zuidelijk deelgebied (km 47.0 tot en met km 48.9) dient in de opleveringstoets te worden opgenomen.

## **Stap 2 - Inventarisatie trillingssituatie**

Om een prognosemodel te kunnen opstellen van de effecten van het project op de trillingen veroorzaakt door spoorverkeer, is binnen het studiegebied een inventarisatie uitgevoerd van de voor trillingen relevante kenmerken:

- Afstand bebouwing tot spoor.
- Bestemming van de bebouwing.
- Leeftijd van de bebouwing (bouwjaar).
- Ondergrond.
- Wijzigingen in en op het tracé tussen de referentie en de plansituatie.

De geïnventariseerde kenmerken zijn waar mogelijk overgenomen uit het Tracébesluit Sporen in Den Bosch en daar waar nodig aangevuld op basis van een nadere inventarisatie en worden gebruikt om het prognosemodel op te stellen. Met het prognosemodel zijn de effecten van het project op trillingen bepaald.

## **Stap 3 - Trillingsmetingen**

Ten behoeve van het Tracébesluit zijn in 2009 trillingsmetingen uitgevoerd aan verschillende gidspanden. Gidslocaties zijn panden die als representatief kunnen worden beschouwd voor een verzameling panden met vergelijkbare eigenschappen. De metingen zijn in 2009 uitgevoerd op basis van de toenmaals beschikbare kennis, inzichten en regelgeving. Om deze reden waren meetresultaten nog niet afgestemd op de Bts en zijn deze in het kader van de voorliggende studie her bewerkt conform de methodiek volgens Bts.

Bij de metingen uitgevoerd in 2009 zijn er naast metingen aan de verschillende panden tevens metingen op maaiveld uitgevoerd. Hierbij is het effect van een toenemende afstand tot het spoor op de trillingssterkte vastgesteld.

Aanvullend zijn in 2012 metingen uitgevoerd ten behoeve van de opleveringstoets. Deze metingen zijn uitgevoerd aan twee panden waar de kans op overschrijding van de SBR-richtlijn het grootst werd geacht, namelijk aan de Boschveldweg en aan de Maijweg. Deze metingen zijn uitgevoerd en de gegevens zijn destijds geanalyseerd op basis van de Bts, versie 2012

In 2015 heeft er een nameting plaatsgevonden op de beide locaties. De nameting is op dezelfde wijze uitgevoerd als de voormeting en waar mogelijk als volledige Bts-meting. Aanvullend op deze meting is tevens de rijnsnelheid van de treinen gemeten, om te kunnen controleren of de goederentreinen met de in het tracébesluit toegestane rijnsnelheden door station 's-Hertogenbosch passeren.

Binnen het projectgebied is een aanvullende meting beschikbaar gekomen die is uitgevoerd aan de Magistratenlaan. Deze meting is uitgevoerd in 2015 conform de Bts, versie 2014 en wordt in paragraaf 3.1 nader beschreven

## **Stap 4 – Analyse meetresultaten en toetsing aan Bts**

Voor het opstellen van een trillingsprognose heeft Arcadis een analytisch model ontwikkeld.

Het model is zodanig geografisch gedifferentieerd dat hiermee de trillingssterkte kan worden bepaald langs het tracé, in een gebied met een breedte van circa 100 meter ter weerszijden van het huidige tracé.

Het gebruikte prognosemodel neemt het effect van een aantal elementen in beschouwing:

- Bron van trillingen, te onderscheiden in:
  - Treinkarakteristieken (treintype (goederen/reizigers), treinsnelheid en vervoerprognose);
  - Kenmerken van het spoor (inclusief de onderbouw);
  - Verandering in rijsnelheid van de treinen
- Overdracht: medium van verspreiding van trillingen (de ondergrondsituatie)
  - Damping van trillingen in de grond;
- Ontvanger: object kenmerken (kenmerken van panden waarin trillingen kunnen worden ervaren)
  - Overdracht van de grond naar de funderingen van de panden.
  - Overdracht van de funderingen van de panden naar de vloer.



*Figuur 2 Schematisch overzicht prognosemodel en invoervariabelen voor bron-, overdracht- en ontvanger*

In paragraaf 2.4 en 2.5 zijn de verschillende elementen nader toegelicht, inclusief de gehanteerde uitgangspunten.

Voor de panden waaraan in het kader van de opleveringstoets is gemeten is de overdracht in de grond en de overdracht in de panden direct af te leiden uit de metingen. Hierdoor zijn zowel de  $V_{max}$  als de  $V_{per}$  voor de referentiesituatie als de gerealiseerde situatie (de plansituatie) direct uit de meetdata van voor- en nameting af te leiden.

Voor de overige gidspanden in Den Bosch is uit de metingen, uitgevoerd in 2009, de referentiesituatie vastgesteld. Deze panden zijn een onderdeel van de verzameling gidspanden in Den Bosch en zijn leidend voor de overige panden met eenzelfde typering. Voor panden die behoren tot hetzelfde type als het gidspand is de  $V_{max}$  berekend uit de afgeleide  $V_{max}$  van het gidspand. De  $V_{per}$  wordt voor de overige panden afgeleid uit de berekende  $V_{max}$  per pand. Daarbij wordt de verhouding tussen  $V_{max}$  en  $V_{per}$  van het gidspand gehanteerd, in samenhang met het aantal treinpassages ter plaatse van het gidspand.

In de plansituatie is met het prognosemodel voor zowel de gidspanden als de overige panden de  $V_{max}$  bepaald. Vervolgens is de  $V_{per}$  berekend op basis van de voor de referentiesituatie afgeleide relatie tussen  $V_{max}$  en  $V_{per}$  en met verrekening van de fysieke verandering aan het spoor en een eventuele verandering van het aantal passerende treinen. In alle gevallen is onderscheid gemaakt tussen de bijdrage van reizigerstreinen en goederentreinen.

Met behulp van het prognosemodel is vervolgens voor alle panden in de plansituatie het trillingsniveau bepaald en is het aantal panden vastgesteld waarvoor maatregelen afgewogen dienen te worden en het aantal panden waarvoor de doelmatigheid van maatregelen dient te worden bepaald. Deze panden worden "afwegingspanden" genoemd. Ter bepaling van deze beide categorieën panden is de toetsingsmethodiek conform de Bts gevolgd. Hierbij is de plansituatie voor zowel de  $V_{max}$  als de  $V_{per}$  getoetst aan de grenswaarden uit de Bts

## Stap 5 - Uitwerken van trillingsmaatregelen

In deze stap zijn voor locaties waar de grenswaarden uit de Bts worden overschreden, het effect en de doelmatigheid van trilling beperkende maatregelen en de inpasbaarheid onderzocht. Deze stap wordt uitgebreid beschreven in hoofdstuk 6.

## 2.3 Afbakening onderzoeksgebied

Het plangebied voor het project Sporen in Den Bosch is gedefinieerd als het gebied waar fysieke ingrepen in de spoorweginfrastructuur worden uitgevoerd en de trajectdelen in het verlengde hiervan tot waar een effect van de sporaanpassingen wordt verwacht. Voor het project Sporen in Den Bosch gaat het hierbij om het emplacement van station 's-Hertogenbosch en de nieuwe spoorbruggen over de Dieze.

De omvang van het plangebied wordt bepaald door de ruimte die nodig is om de wijzigingen op het emplacement en de nieuwe spoorbruggen te realiseren. Het plangebied van het Tracébesluit sporen in Den Bosch is in Figuur 3 omkaderd.



Figuur 3 Plangebied tracébesluit Sporen in Den Bosch.

Zoals in het Tracébesluit is aangegeven (zie ook de toelichting in paragraaf 1.2) dient het zuidelijk gedeelte van het tracé nader onderzocht te worden middels een nameting op twee locaties. Het gebied waar de nameting op van toepassing is betreft het met een oranje kader aangegeven gebied in Figuur 3. Dit gebied is nader beschouwd in de voorliggende opleveringstoets.

Hierbij is gewerkt in de volgende drie stappen:

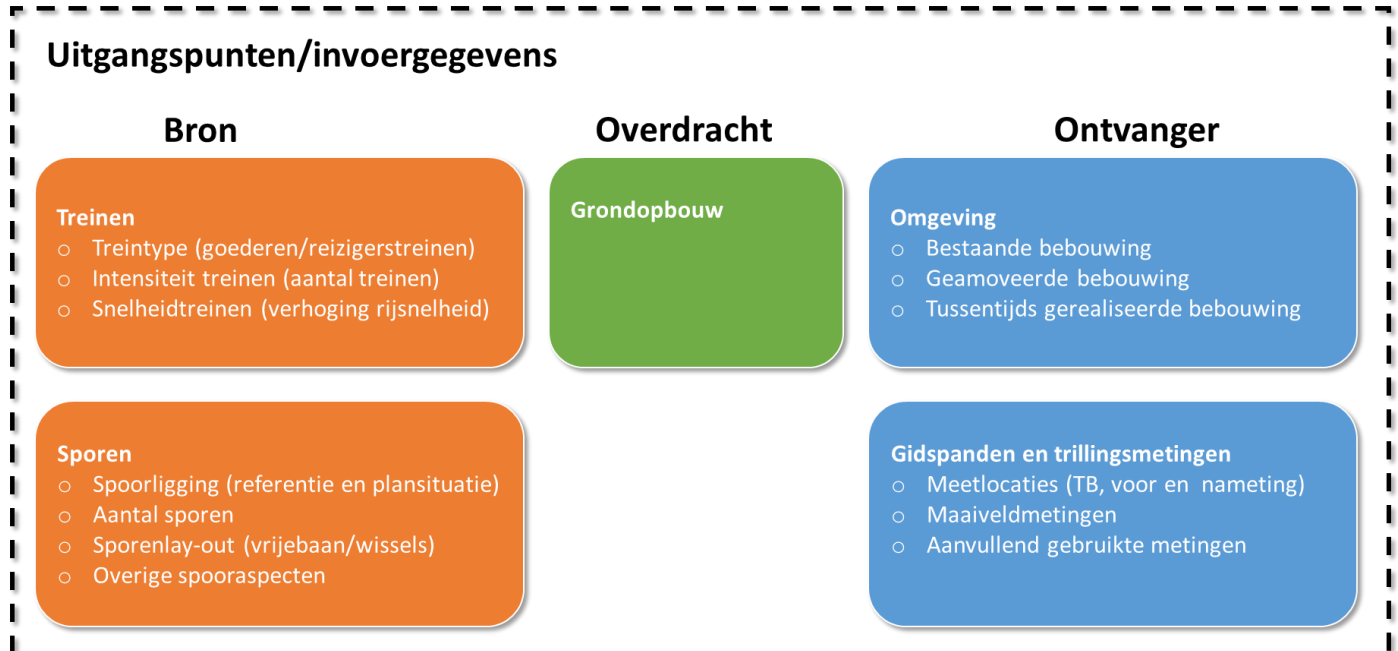
- 1) Inventarisatie afstand van de bebouwing tot aan het bestaande spoor.
- 2) Alle gebieden met bebouwing binnen 100 m uit het spoor zijn opgenomen in het trillingen model en beoordeeld conform Bts.
- 3) In de gebieden waar blijkt dat er tussen de 100 m tot 150 m uit het spoor een overschrijding van de Bts kan optreden is aanvullend op het model handmatig een toetsing uitgevoerd.

## 2.4 Nadere beschrijving uitgangspunten model

In onderstaande paragrafen zijn de project-gerelateerde uitgangspunten nader toegelicht die voor de trillingsanalyse van belang zijn. Voor een nadere beschrijving van de uitgangspunten is onderscheid gemaakt in een drietal categorieën:

- Bron gerelateerde uitgangspunten, zoals uitgangspunten ten aanzien van treinen (treinmaterieel, intensiteiten en rijsnelheid en aslast) en sporen (spoorligging, spoorgebruik) voor zowel de referentie als de plansituatie.
- Uitgangspunten ten aanzien van de overdracht van trillingen door de bodem, zoals de grondopbouw/bodemgesteldheid ter plaatse van de sporen en de te toetsen gebouwen, maar ook van het tussenliggende gebied.
- Uitgangspunten ten aanzien van de omgeving (woningen of andere trilling gevoelige gebouwen), zoals soort fundering en vloeren en de stijfheid van een gebouw. Ook is hierbij de selectie van de gidspannen behandeld en zijn uitgangspunten ten aanzien van de uitgevoerde metingen weergegeven.

In onderstaande Figuur 4 zijn de benodigde invoergegevens en de gehanteerde uitgangspunten schematisch weergegeven:



Figuur 4 Schematisch overzicht bron, overdracht en ontvanger gerelateerde uitgangspunten/invoergegevens

### 2.4.1 Uitgangspunten brongegevens

In de volgende paragrafen zijn de bron gerelateerde uitgangspunten weergegeven, zoals deze zijn gehanteerd voor het prognosemodel. Het betreffen de uitgangspunten die zijn gehanteerd ten aanzien van de treinen (het in te zetten treinmaterieel, intensiteiten en rijsnelheid) en sporen (spoorligging, spoorgebruik, sporenlay-out) voor zowel de huidige- als plansituatie.

## Treintype

Voor de bepaling van de trillingseffecten zijn de treinaantallen van de referentiesituatie en de plansituatie door ProRail aangeleverd. Deze aangeleverde hoeveelheden betreffen het gemiddelde aantal treinen per weekdag over een jaar. De treinaantallen zijn uitgesplitst in twee treintypen, goederentreinen en reizigerstreinen.

### **Reizigersmaterieel**

Het ingezette reizigersmaterieel heeft een levensduur van enkele decennia en zal geleidelijk worden vervangen door modern reizigersmaterieel. Modern reizigersmaterieel is veelal lichter dan het huidige reizigersmaterieel, waardoor verwacht mag worden dat dit modernere materieel ook minder trillingen veroorzaakt. Omdat ProRail noch het Ministerie I&M spoorvervoermaatschappijen bindend eisen kunnen opleggen over de inzet van modern of juist het huidige oudere reizigersmaterieel, is als uitgangspunt gehanteerd dat het reizigersmaterieel in de toekomst dezelfde trillingskarakteristieken heeft als het huidige materieel. Omdat het modernere reizigersmaterieel naar verwachting minder trillingen zal veroorzaken, betreft het hier een "worstcase" benadering.

### **Goederentreinen**

Ook het ingezette goederenmaterieel heeft een levensduur van enkele decennia en zal ook net als het reizigersmaterieel geleidelijk worden vervangen door modern goederenmaterieel. Verwacht mag worden dat het nieuwe goederenmaterieel minder trillingen veroorzaakt dan het oudere materieel. Omdat ProRail noch het Ministerie I&M goederenvervoermaatschappijen bindend eisen kunnen opleggen over de inzet van modern of juist het huidige oudere goederenmaterieel, is als uitgangspunt gehanteerd dat het goederenmaterieel in de toekomst minimaal dezelfde trillingskarakteristieken heeft als het huidige materieel. Omdat het modernere goederenmaterieel naar verwachting minder trillingen zal veroorzaken, betreft het hier een "worstcase" benadering.

## Intensiteit treinen (aantal treinen)

In het tracébesluit Sporen in den Bosch is aangegeven dat er voor de referentiesituatie wordt uitgegaan van een gemiddeld aantal reizigerstreinen in de referentiesituatie tussen 6.00 uur en 24.00 uur gebaseerd op de periode 23-09-2009 tot en met 5-10-2010. Volgens het tracébesluit passeren er in de aangegeven periode gemiddeld 12 intercity's en 16 stoptreinen per uur. Daarnaast passeren er per etmaal gemiddeld 36 goederentreinen. Voor de plan situatie is hetzelfde aantal treinen opgenomen aangezien de toename in vper niet maatgevend wordt geacht. De volgende trein intensiteiten zijn voor het zuidelijke tracédeel opgenomen:

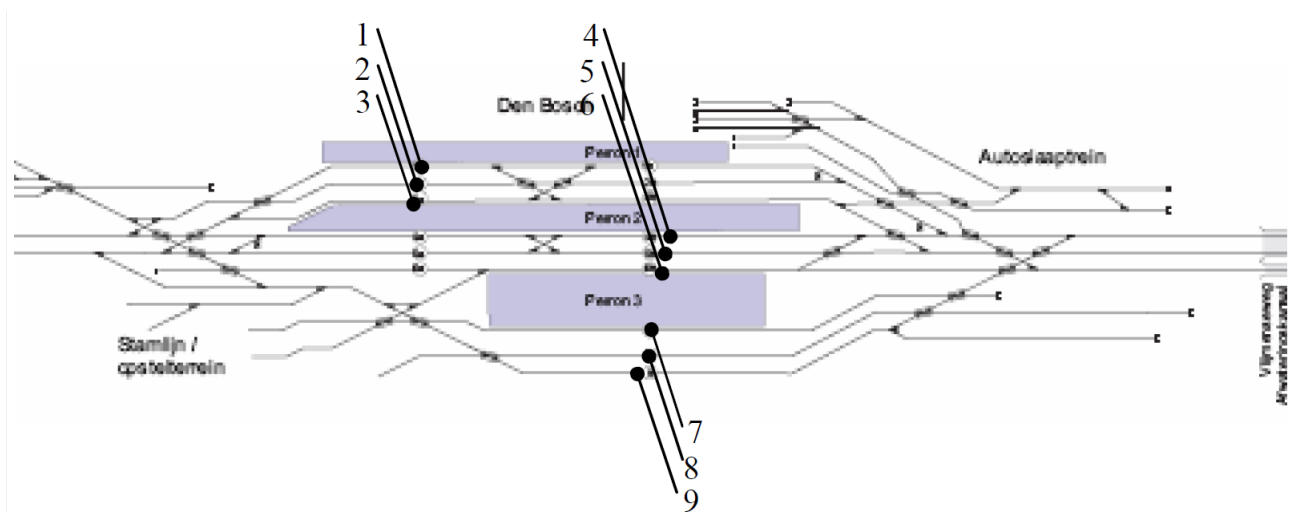
- 14 reizigerstreinen per uur per richting (tussen 6.00 uur en 24.00 uur)
- 0,75 goederentreinen per uur per richting (gedurende een etmaal)

## Treinsnelheid

In het tracébesluit Sporen in Den Bosch is beschreven dat de maximum rijnsnelheid van de treinen verhoogd zal worden. De volgende verhoging is overgenomen uit het tracébesluit, zie *Tabel 2*.

Tabel 2 Baanvaksnelheden op de sporen van station Den Bosch voor referentiesituatie en eindsituatie van SiDB. De spoornummers verwijzen naar de spoornummers in de huidige situatie, zie Figuur 5.

Spoor	Huidige snelheid [km/uur]	Toekomstige snelheid [km/uur]	Toelichting
1	40	40	Het 1:9 wissel blijft gehandhaafd
2	40	60	Het 1:9 wissel wordt vervangen door 1:12 wissel
3	40	80	Het 1:9 wissel wordt vervangen door 1:15 wissel
4	60-80	80	Snelheid is nu 80 km/uur bij binnenkomst vanuit het zuiden en remt vanaf de noordelijke kop van het perron af naar 60 km/uur. Dit wordt in de toekomst over het volledige spoor 80 km/uur door vervanging van het 1:12 wissel door een 1:15 wissel
5	60-80	80	Idem spoor 4
6	40	80	Het 1:9 wissel wordt vervangen door 1:15 wissel
7	40	80	Het 1:9 wissel wordt vervangen door 1:15 wissel
8	40	80	Het 1:9 wissel wordt vervangen door 1:15 wissel



Figuur 5 Spoorligging referentiesituatie, met aangehouden nummering uit Tracébesluit Sporen in Den Bosch

De invloed van de verandering van de rijnsnelheid van de goederentreinen is in het tracébesluit opgenomen op basis van trillingsmetingen aan het MAT64-materieel. De meetresultaten van de rijnsnelheid van de MAT64 en bijbehorende trillingssterkte zijn uitgewerkt voor de octaafbanden van 8 Hz, 16 Hz en 32 Hz. De dominante octaafbanden uit de trillingsmetingen van 2009. Uit de metingen is de volgende relatie opgesteld:

$$\left(\frac{v_{max,j}}{v_{max,i}}\right) = \left(\frac{v_{trein,j}}{v_{trein,i}}\right)^{rc}$$

Waarin:

$v_{max}$  trillingssterkte  $v_{max}$  [-]

$v_{trein}$  rijnsnelheid van de trein

$rc$  richtingscoëfficiënt afhankelijk van de frequentie ( $rc_{8Hz} = 0,296$ ,  $rc_{16Hz} = 0,506$ ,  $rc_{31,5Hz} = 0,716$ )

## Sporen

In de onderstaande paragraaf zijn de voor het onderzoek gehanteerde uitgangspunten voor de sporen weergegeven. Onderscheid is gemaakt in gehanteerde uitgangspunten voor het spoor in de referentiesituatie en in de plansituatie.

### ***Spoorligging referentiesituatie en plansituatie***

De referentiesituatie gebaseerd op de Basisbeheerkaart (BBK) van ProRail uit 2011, waarin de spoorligging gelijk is als de spoorligging in 2009. Voor de eindsituatie is gebruik gemaakt van de Basisbeheerkaart van 2015, waar de wijzigingen ten behoeve van het project Sporen in Den Bosch zijn opgenomen.

De gehanteerde BBK zijn voor het project nameting sporen in Den Bosch ter beschikking gesteld door ProRail.

### ***Aantal sporen en spoorgebruik***

Ter hoogte van station 's-Hertogenbosch is de treinenloop voor de referentiesituatie en eindsituatie gebaseerd op het spoorgebruik zoals aangeleverd door ProRail. Op basis van het aangeleverde spoorgebruik is per spoor het aantal goederentreinen en reizigerstreinen bepaald en weergegeven in *Tabel 3* en



Tabel 4.

Tabel 3 Spoorgebruik referentiesituatie - Aantallen treinen per spoor

Trajectdeel	Treinsort	Spoor 8	Spoor 7	Spoor 6	Spoor 5	Spoor 4	Spoor 3	Spoor 2	Spoor 1
's-Hertogenbosch Diezebrug aansl. (Htda) - 's-Hertogenbosch station (Ht)	Goederentreinen	X	X	X	X	2	3	3	2
	Reizigerstreinen	X	X	X	X	65	45	46	65
's-Hertogenbosch station (Ht)	Goederentreinen	5	1	1	1	3	2*	3*	0
	Reizigerstreinen	0	70	104	0	104	70	0	0
's-Hertogenbosch station (Ht) - Vught (Vga)	Goederentreinen	X	X	X	X	X	8	5	3
	Reizigerstreinen	X	X	X	X	X	167	70	100

X = sporen zijn niet aanwezig t.p.v. aangegeven trajectdeel

\* 5 treinen verdeeld over twee sporen, spoor 2 en 3.

Tabel 4 Spoorgebruik Eindsituatie - Aantallen treinen per spoor

Trajectdeel	Treinsoort	Spoor 8	Spoor 7	Spoor 6	Spoor 5	Spoor 4	Spoor 3	Spoor 2	Spoor 1
's-Hertogenbosch Diezebrug aansl. (Htda) - 's-Hertogenbosch station (Ht)	Goederentreinen	X	X	X	X	--	39	39	--
	Reizigerstreinen	X	X	X	X	74	148	148	74
's-Hertogenbosch station (Ht)	Goederentreinen	4	13*	13*	39*	13*	4	--	--
	Reizigerstreinen	--	74	148	--	148	74	--	--
's-Hertogenbosch station (Ht) - Vught (Vga)	Goederentreinen	X	X	X	X	4	35	35	4
	Reizigerstreinen	X	X	X	X	74	148	148	74

X = sporen zijn niet aanwezig t.p.v. aangegeven trajectdeel

\* 2 x 39 treinen verdeeld over vier sporen, spoor 4, 5, 6 en 7.

## Kleine objecten (wissels, overwegen, kunstwerken) en overige effecten

Trillingsmetingen worden veelal langs een gedeelte van het spoor uitgevoerd waar de bovenbouwconstructie van het spoor bestaat uit spoorstaven op dwarsliggers in ballast op een zandbaan. Een dergelijke situatie benoemen we als een "vrije baan". Voor een vrije baan wordt er in alle gevallen uitgegaan van een spoorconstructie die bestaat uit spoorstaven, bevestigd op dwarsliggers in een ballastbed

Oneffenheden in het spoor of stijfheidsverschillen in de baan kunnen leiden tot een verschil in de gemeten trillingsintensiteit. Voorbeelden hiervan zijn:

- Kunstwerken
- Wissels
- Overwegen
- ES-lassen
- Overige effecten

### Kunstwerken

Kunstwerken voor kruisende infrastructuur in een spoorbaan (onderdoorgangen of duikers) kunnen in specifieke situaties, met name wanneer er sprake is van een spoorbaan op een weinig draagkrachtige en/of zettingsgevoelige ondergrond als zogenaamde "harde punten" in het spoor tot een lokale toename van de trillingsniveaus bij treinpassages leiden (ten opzichte van de vrije baan). In het studiegebied is de ondergrondssituatie zodanig dat dit effect hier niet zal optreden, en is er geen rekening gehouden met hogere trillingsniveaus bij kruisende infra onder het spoor.

### Wissels

Bij een treinpassage van een wissel kan een verhoging van de trillingssterkte optreden als gevolg van de discontinuïteit in de spoorstaven. In het kader van andere spoorprojecten (project SAAL Cluster A, stationsgebied Driebergen Zeist) heeft Arcadis in het verleden het effect van een wissel onderzocht. Hierbij is per treinpassage gelijktijdig op een 'vrije baan'-gedeelte en ter plaatse van een wissel gemeten in twee meettraaien op maaiveld. Op basis van deze onderzoeken is geconcludeerd dat voor een wissel een vergrotingsfactor op de bronwaarde van de trilling van 1,5 kan worden aangehouden. Deze factor is aangehouden voor de bebouwing tot 50 m uit de wissel of de wisselstraat.

## **Overwegen**

Er zijn geen overwegen in het studiegebied aanwezig.

## **Aanwezigheid voegen bij ES-lassen**

ES lassen, die goed zijn aangebracht en die in goede staat verkeren, zorgen onder normale omstandigheden niet voor extra trillingen ten opzichte van het reguliere (naastliggende) spoor. In de berekeningen vormen de ES-lassen dan ook geen separate invoerparameter voor de berekeningen. Indien de ES-lassen wel zorgen voor extra trillingen, dan dient de ES zodanig aangepast te worden, dat er geen sprake meer is van een relevante toeslag ten opzichte van het reguliere spoor.

## **Overige effecten**

Naast de bovengenoemde aspecten is aangehouden dat de volgende aspecten geen (voor de analyse) maatgevende verschillen tussen de huidige en toekomstige situaties geven in het milieueffect:

- Verschil in type dwarsligger. In de huidige situatie zijn overwegend betonnen dwarsliggers aanwezig, met op enkele locaties nog houten dwarsliggers. Als gevolg van het treffen van geluidmaatregelen dienen er over een geringe afstand ter hoogte van het emplacement in 's-Hertogenbosch (zuidzijde) sporen met houten dwarsliggers vervangen te worden door sporen met betonnen dwarsliggers. De hogere stijfheid van betonnen dwarsliggers kan mogelijk een gunstig effect hebben en resulteren in lagere trillingsniveaus.
- Kwaliteit van het spoor (vlakheid van het spoor en verkanting). Uitgegaan wordt dat de huidige kwaliteit van de spoorligging vergelijkbaar is met de toekomstige situatie.
- Plaatsen van raildempers (geluidmaatregel) levert geen relevant effect op trillingen in de ondergrond.
- Daar waar het spoor niet in rechtstand ligt maar met een bochtstraal zal er sprake zijn van een spoorverkanting. Deze spoorverkanting levert geen relevant effect op trillingen in de ondergrond.

## **2.4.2 Uitgangspunten grondopbouw**

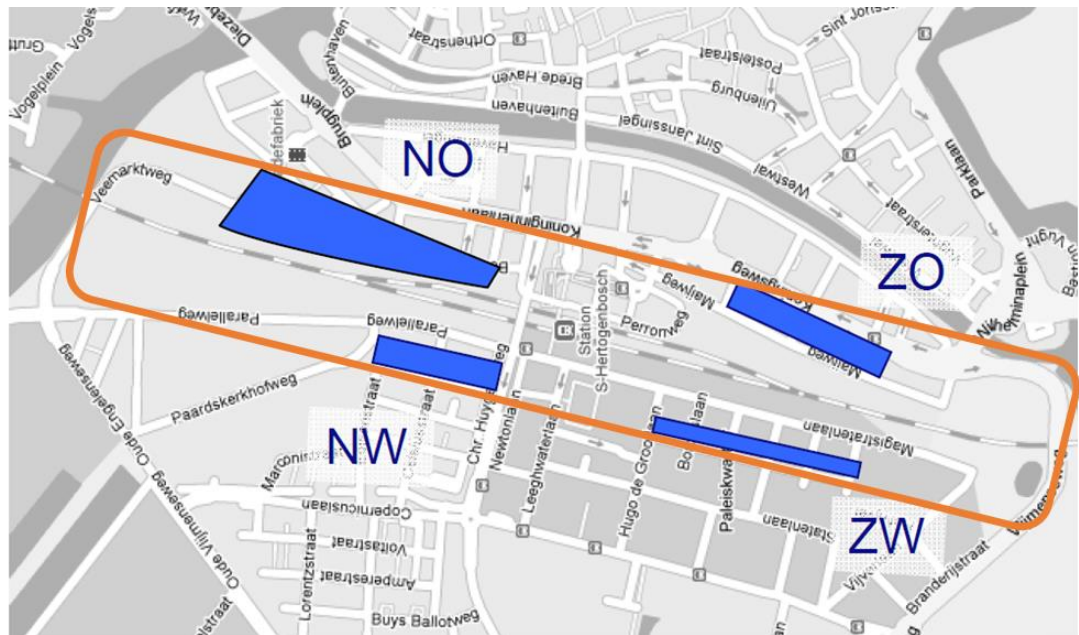
In het projectgebied is de opbouw van de ondergrond geïventariseerd. Gedeelten met een vergelijkbare grondopbouw zullen qua materiaal demping buiten de spoorbaan vergelijkbaar reageren. Om voor het zuidelijk tracédeel inzicht in de grondopbouw te verkrijgen, is grondonderzoek opgevraagd bij het DINO-loket van TNO. Sondering S45A00029 is maatgevend voor dit gedeelte.;

Deze sondering komt overeen met de beschrijving in het tracébesluit van een zanderige bodem.

## **2.4.3 Uitgangspunten bebouwing**

In het zuidelijke gebied is de bebouwing geïventariseerd. In het tracé worden vier woningzones benoemd, namelijk NO, ZO, NW en ZW respectievelijk de zones ten noordoosten, zuidoosten, noordwesten en zuidwesten gelegen van het station 's-Hertogenbosch. Deze vier zones zijn met blauwe vlakken aangegeven in Figuur 6

Richting  
Utrecht/Nijmegen



Figuur 6 In het tracébesluit beschouwde woningzones in het gebied rondom station 's-Hertogenbosch.

Ten behoeve van de opleveringstoets is alle bebouwing tot 150 m uit de sporen geïncventariseerd. Dit betreft grofweg de bebouwing die binnen het oranje kader valt in Figuur 6. Deze bebouwing is ingevoerd in het trillingen model van Arcadis. Naast de adresgegevens en de locatie van de panden ten opzichte van het spoor is tevens de functie van de panden bepaald op basis van de BAG, Google Maps en een veldverkenning. Dit in het kader van de toetsing van trillingsniveaus aangezien de Bts drie groepen gebouwfuncties onderkent:

- Gezondheidszorg en wonen;
- Onderwijs, kantoor en bijeenkomst;
- Kritische werkruimte.

De volgende in de BAG benoemde functies behoeven conform Bts niet te worden getoetst op het criterium trillingen:

- Industrie, omdat industrie veelal ook trillingen met zich mee brengt en hierdoor de trillingen van het spoor niet maatgevend zijn.
- Sport, sportvelden of sporthallen; sportvelden zijn geen bebouwing en in sporthallen zijn enige trillingen veroorzaakt door het sporten niet ongewoon
- Cel en overig, geen woon of verblijfsobjecten, maar met name relaishuisjes, loodsen e.d.

Bij de uitgevoerde verkenningen is de functie “kritische werkruimte” niet vastgesteld in het invloedsgebied. De overige functiegroepen worden kortheidshalve aangemerkt als functie “wonen” en “kantoor”. De mate van overdracht van trillingen vanuit de ondergrond naar het maatgevende onderdeel in het pand (veelal de verdiepingvloer) is afhankelijk van de gebouwkenmerken.

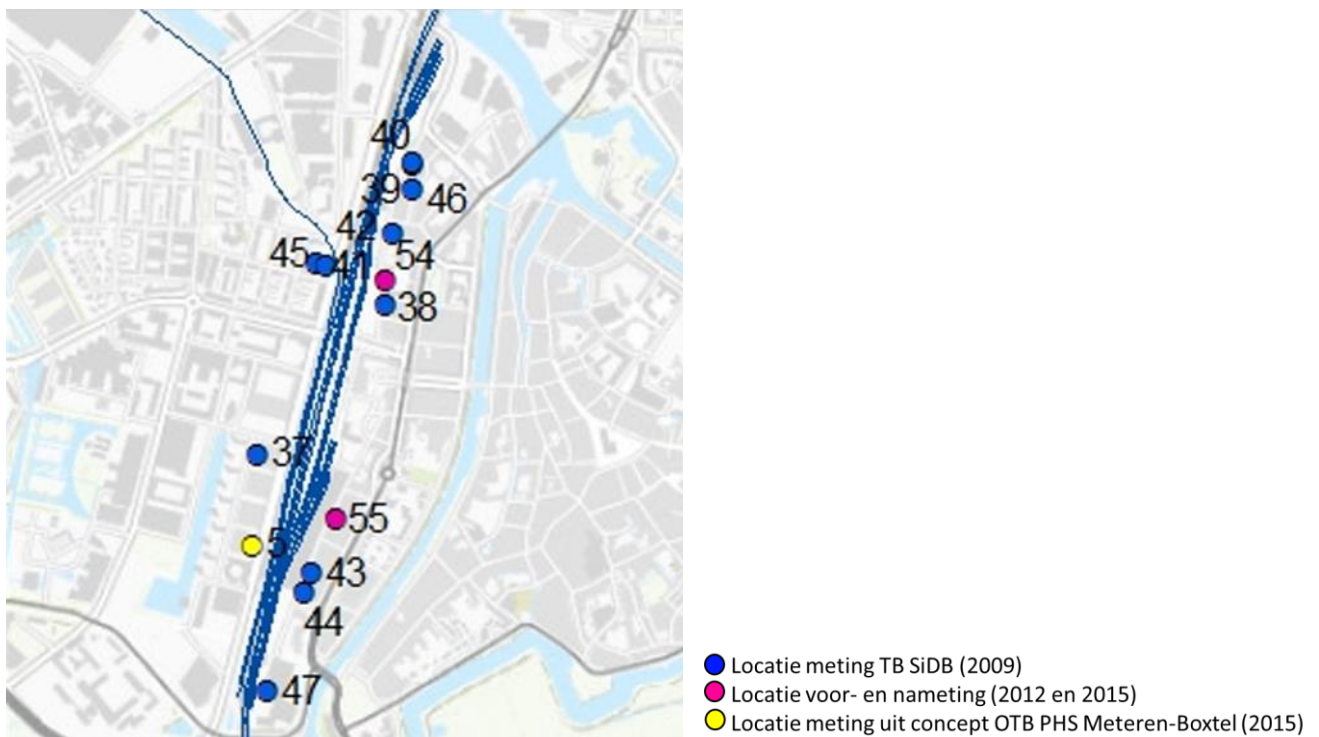
## 3 TRILLINGSMETINGEN

### 3.1 Uitgevoerde trillingsmetingen

In de periode tussen 2009 tot en met 2016 zijn er verschillende trillingsmetingen uitgevoerd in het nader te beschouwen zuidelijk tracédeel. Dit betreft de volgende onderzoeken.

- De trillingsmetingen ten behoeve van het Tracébesluit Sporen in Den Bosch
- Een vooronderzoek van de opleveringstoets trillingen Sporen in Den Bosch
- Een naonderzoek ten behoeve van de opleveringstoets trillingen Sporen in Den Bosch
- Trillingsmetingen ten behoeve van project OTB PHS Meteren-Boxtel

In totaal zijn er op 14 locaties trillingsmetingen uitgevoerd. Een samenvatting hiervan is gegeven in Figuur 7.



Figuur 7 Locaties trillingsmetingen in de periode 2009 t/m 2016

In de onderstaande paragrafen wordt nader op deze onderzoeken in gegaan.

#### 3.1.1 Trillingsmetingen ten behoeve van het Tracébesluit Sporen in Den Bosch

Ten behoeve van het Tracébesluit Sporen in Den Bosch is in 2009 onderzoek verricht naar Trillingen<sup>1</sup> veroorzaakt door railverkeer. Destijds zijn in dit onderzoek gidspanden bepaald en zijn er ter plaatse van deze gidspanden metingen uitgevoerd. De meting bestond uit de volgende onderdelen:

- Metingen met een duur van 9 dagen aan een tweetal gidspanden ter bepaling van een referentieniveau
- Negen kortdurende (elk met circa een half uur meettijd) ter bepaling van de overdrachtsfactoren van de panden
- Een reeks maaiveldmetingen gedurende een halve dag, in een dubbele meetraai ter bepaling van de afname van de trillingssterkte met toenemende afstand tot de sporen.

<sup>1</sup> Rapport "Sporen in Den Bosch, Trillingsonderzoek, projectnummer 034.21251, 11 maart 2010, TNO Bouw en Ondergrond

De referentie metingen zijn uitgevoerd aan het Essentgebouw aan het Willemsplein 4 en aan de Boschveldweg 455. In Tabel 5 zijn de adressen weergegeven waar de overdrachtsmetingen zijn uitgevoerd. Bij de referentie meting aan het Essentgebouw is geen overdrachtsmeting uitgevoerd.

Tabel 5, Locaties overdracht metingen uitgevoerd ten behoeve van tracébesluit Sporen in Den Bosch.

ID	Adres en plaats	Plaats	Functie	Bouwjaar	Spoorzijde en afstand tot spoor
37	Bordeslaan 28	's-Hertogenbosch	Woning	2002	28m / westzijde
38	Boschveldweg 35	's-Hertogenbosch	Woning	1954	48m / oostzijde
39	Boschveldweg 435	's-Hertogenbosch	Woning	1988	53m / oostzijde
40	Boschveldweg 455	's-Hertogenbosch	Woning	1988	53m / oostzijde
41	Fahrenheitstraat 18	's-Hertogenbosch	Woning	1952	62m / westzijde
42	Kemperlandstraat 133	's-Hertogenbosch	Woning	1991	39m / oostzijde
43	Maijweg 57	's-Hertogenbosch	Woning	1911	76m / oostzijde
44	Maijweg 75	's-Hertogenbosch	Woning	1911	72m / oostzijde
45	Parallelweg 72	's-Hertogenbosch	Woning	1954	33m / westzijde
46	Sint Lucasstraat 30	's-Hertogenbosch	Woning	1911	70m / oostzijde

In het tracébesluit SiDB zijn de meetresultaten in 2015 uitgewerkt conform Bts. Een verslag hiervan is gegeven in het Rapport Bts-analyse trillingen SiDB [ref 2].

Voor een toelichting op de locatiekeuze en de meetwijze wordt verwezen naar het Tracébesluit Sporen in Den Bosch.

### 3.1.2 Voor- en naonderzoek ten behoeve van Tracébesluit Sporen in Den Bosch

In het tracébesluit Sporen in Den Bosch is bepaald dat er op twee kritieke locaties een vooronderzoek uitgevoerd dient te worden. Met een vooronderzoek wordt een onderzoek bedoeld waarin de trillingen in kaart worden gebracht voor dat de in het tracébesluit beschreven veranderingen gaan plaatsvinden.

Het vooronderzoek is uitgevoerd in 2012 aan de toen geldende beleidsregel Trillingshinder spoor (Bts). Hierbij is een trillingsmeting gedurende een week uitgevoerd aan de panden, zoals weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 Locaties voor- en nameting op basis van tracébesluit Sporen in Den Bosch.

ID	Adres en plaats	Plaats	Functie	Bouwjaar	Spoorzijde en afstand tot spoor
54	Boschveldweg 39-83 <sup>1</sup>	's-Hertogenbosch	Woning	1985	37m / oostzijde
55	Maijweg 23 <sup>2</sup>	's-Hertogenbosch	Woning	1901	70m / oostzijde

<sup>1</sup> voor- en nameting aan fundering

<sup>2</sup> voormeting aan fundering, nameting conform Bts 2014

Voor de nameting is na realisatie van het project (2015) aan dezelfde twee panden gemeten als bij de voormeting. Identiek aan de voormeting is er aan de fundatie gemeten. In aanvulling op de voormeting is

tevens op de vloer van het pand Maijweg 23 gemeten, waarmee de nameting op deze locatie voldoet aan de eisen zoals opgenomen in de Bts, versie 2014.

Tijdens de trillingsmetingen van de nameting is gelijktijdig de rijsnelheid van de treinen gemeten ter hoogte van de meetlocatie aan de Boschveldweg. Op basis van deze metingen kon worden vastgesteld in hoeverre het spoorgebruik en de rijsnelheden overeenkomen met de uitgangspunten van het Tracébesluit Sporen in Den Bosch. Een verslag van de trillingsmetingen is opgenomen in de rapportage Spoorwegtrillingen Sporen in Den Bosch (SIDB) [ref 6]. en een samenvatting van de per spoor gereden rijsnelheden van de treinen is geven in de notitie Camera analyse van DGMR [ref 1]

### 3.1.3 Overige onderzoeken

In het kader van het in voorbereiding zijnde PHS-project Meteren-Boxtel zijn er op het spoortraject tussen Meteren en Boxtel wijzigingen voorzien. Voor de rapportages voor het aspect trillingen voor dit project is inmiddels een trillingsonderzoek uitgevoerd conform de Bts. Een van de meetpunten uit dit onderzoek is gelegen in het zuidelijke tracédeel van Sporen in Den Bosch en is weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7, Bts-meting in het tracédeel van Sporen in Den Bosch uitgevoerd in kader van PHS Meteren-Boxtel 2015

ID	Adres en plaats	Plaats	Functie	Bouwjaar	Spoorzijde en afstand tot spoor
05	Magistratenlaan 138	's-Hertogenbosch	Kantoor	2005	38m / westzijde

De kenmerken van de meetlocaties in het gebouw zijn weergegeven in Figuur 8.



Karakterisering gebouw:  
 Flatgebouw met 8 verdiepingen en parkeergarage onder het pand.  
 Vloeren zijn voorzien van tapijt.  
 Afstand tot het spoor ca. 45 meter.  
 Fundatiemeetpunt is in de parkeergarage geplaatst.  
 Niet genoeg events om een  $H_{\text{gebouw}}$  te bepalen.



8st verdieping meetpunt      Begane grond meetpunt      Fundatie meetpunt

Figuur 8 Gebouwkarakteristieken en locatie meetpunten in het gebouw Magistraatlaan 138

## 3.2 Interpretatiemetingen

### 3.2.1 Trillingsmetingen

De metingen ten behoeve van het Tracébesluit SiDB, inclusief de voormeting, zijn uitgevoerd door TNO in de periode 2009 - 2012. De data interpretatie van de data is eveneens door TNO uitgevoerd, op basis waarvan een prognose is opgesteld voor de toekomstige situatie na realisatie van Sporen in Den Bosch. Omdat in het voorliggend rapport toetsing plaatsvindt conform Bts, zijn de oorspronkelijke meetgegevens van TNO opnieuw verwerkt (door Level Acoustics) conform de Bts (versie 2014) methodiek. Een verslag van deze uitwerking is weergegeven in het rapport "Bts-analyse trillingen SiDB"[ref 2]. Deze uitwerking levert voor de overdrachtsfactoren Hgebouw de resultaten op zoals weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 Hgebouw voor de maatgevende vloer per pand bepaald uit de metingen

Octaafband	Gemeente	2 Hz	4 Hz	8 Hz	16 Hz	31 Hz	63 Hz
Bordeslaan 28	's-Hertogenbosch	1,40	1,20	1,60	2,30	4,20	1,20
Boschveldweg 35	's-Hertogenbosch	1,12	1,90	2,00	1,90	--	--
Boschveldweg 435	's-Hertogenbosch	0,98	1,00	0,87	0,95	--	--
Boschveldweg 455	's-Hertogenbosch	1,60	2,00	0,86	1,50	--	--
Fahrenheitstraat 18	's-Hertogenbosch	0,98	1,03	1,50	1,80	3,40	2,20
Kemperlandstraat 133	's-Hertogenbosch	4,00	4,00	1,60	2,90	--	--
Maijweg 57	's-Hertogenbosch	2,40	1,60	2,30	4,20	3,70	2,90
Maijweg 75	's-Hertogenbosch	0,99	0,96	1,50	2,10	1,80	4,10
Parallelweg 72	's-Hertogenbosch	0,97	1,05	1,30	2,40	2,60	3,80
Sint Lucasstraat 30	's-Hertogenbosch	1,02	0,97	1,07	1,30	--	--
Willemsplein 4 (Essent)	's-Hertogenbosch	--	--	--	--	--	--

Per meetlocatie is bovendien voor de maatgevende vloer de VmaxBts en de reproduceerbaarheid R bepaald en weergegeven in Tabel 9.



Tabel 9 VmaxBts en R voor de maatgevende vloer per pand bepaald uit de metingen

Octaafband	Gemeente	VmaxBts	R [%]	Opmerking
Bordeslaan 28	's-Hertogenbosch	0,15	6	--
Boschveldweg 35	's-Hertogenbosch	0,76	9	--
Boschveldweg 37-83	's-Hertogenbosch	0,15	15	Bepaald op fundering
Boschveldweg 435	's-Hertogenbosch	0,15	6	
Boschveldweg 455	's-Hertogenbosch	0,20 0,15	6 7	Referentiemeting op fundering
Fahrenheitstraat 18	's-Hertogenbosch	0,43	6	
Kemperlandstraat 133	's-Hertogenbosch	0,27	6	
Maijweg 23	's-Hertogenbosch	0,20	13	Bepaald op fundering
Maijweg 57	's-Hertogenbosch	1,20	6	
Maijweg 75	's-Hertogenbosch	0,45	6	
Parallelweg 72	's-Hertogenbosch	0,36	5	
Sint Lucasstraat 30	's-Hertogenbosch	0,14	7	
Willemsplein 4 (Essent)	's-Hertogenbosch	0,114	7	Referentiemeting op fundering

Op basis van de raaimeting, uitgevoerd in 2009, is de volgende demping van de ondergrond voor het emplacementsgebied bepaald, zie Tabel 10.

Tabel 10 Dempingsfactoren  $\alpha$  en  $n$  per locatie voor goederentreinen en passagierstreinen

Locatie	2 Hz		4 Hz		8 Hz		16 Hz		31 Hz		63 Hz	
	$\alpha$	$n$	$\alpha$	$n$	$\alpha$	$n$	$\alpha$	$n$	$\alpha$	$n$	$\alpha$	$n$
's-Hertogenbosch	0,00	0,1	0,00	0,1	0,00	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1

Uit de resultaten van de nameting, uitgevoerd in oktober-november 2015 aan de panden waar in 2012 een nulmeting heeft plaatsgevonden is voor de locatie Maijweg 23 de waarde  $H_{\text{gebouw}}$  bepaald, zie Tabel 11

Tabel 11  $H_{\text{gebouw}}$  voor de vloeren van de Maijweg 23 bepaald uit de metingen

Vloer	2 Hz	4 Hz	8 Hz	16 Hz	31 Hz	63 Hz
Begane grond	1,22	1,02	1,07	1,47	2,78	9,89
Verdiepingsvloer	1,14	1,62	1,65	1,95	2,18	4,86

Uit de meting aan de Magistratenlaan 138 waren deze overdrachtsfactoren niet te bepalen door de lage gemeten waardes. Deze zijn in de berekeningen alle aangehouden op 1,0.

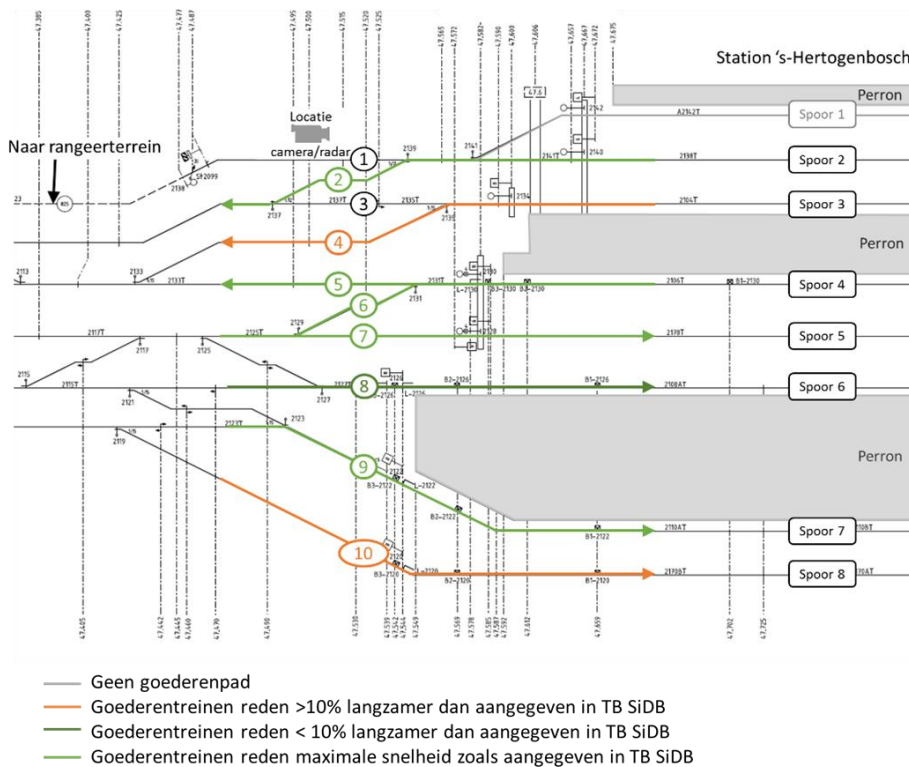
In onderstaande Tabel 12 zijn de resultaten voor VmaxBts en de bijbehorende reproduceerbaarheid R weergegeven voor de locaties waar in 2015 een nameting is uitgevoerd en het pand Magistratenlaan 138, waaraan een aanvullende meting is uitgevoerd.

Tabel 12 VmaxBts en R voor de maatgevende vloer per pand bepaald uit de metingen

Octaafband	Gemeente	VmaxBts	R [%]	Opmerking
Maijweg 23	's-Hertogenbosch	0,18	9	
Boschveldweg 37-83	's-Hertogenbosch	0,23	7	Fundatiemeting
Magistratenlaan 138	's-Hertogenbosch	0,06	6	

### 3.2.2 Rijsnelheid treinen

Ten tijde van de nameting aan de Boschveldweg is van het merendeel van de treinen de rijsnelheid bepaald met behulp van een radar. Door de radar te koppelen aan de camerabeelden en de trillingsmetingen is het mogelijk te onderzoeken of de goederentreinen met de geplande maximumsnelheid door station 's-Hertogenbosch kunnen passeren. Door DGMR is dit onderzoek uitgevoerd en vastgelegd in de notitie camera-analyse van 7 april 2017 [ref 1]. Dit leverde het onderstaande beeld op, zie Figuur 9. In deze figuur is de sporen lay-out van 2015 (na realisatie project Sporen in Den Bosch weergegeven en de locatie van de camera/radar waarmee de rijsnelheden per trein ter plaatse van de Boschveldweg zijn gemeten. Met de verschillende kleuren is aangegeven of de maximale rijsnelheid zoals opgegeven in Sporen in Den Bosch tijdens de metingen zijn waargenomen..



Figuur 9, Situatie sporenlay-out na aanpassingen project Sporen in Den Bosch, de kleuring van de sporen geven de conformiteit van waargenomen rijsnelheid met de maximaal toegestane rijsnelheid weer.

### 3.3 Conclusies op basis van de voor- en nameting

Na het uitvoeren van de nameting is een analyse uitgevoerd op de verkregen meetdata van de voor en de nameting. Naast de nameting is tevens een uitvoerigere analyse van de data uitgevoerd van de voormeting. Een verslag hiervan is te vinden in de rapportage Spoorwegtrillingen sporen Den Bosch SiDB [ref 6].

Op basis van de beide rapportages wordt het volgende geconcludeerd:

- Aan de Maijweg is de trillingssterkte  $v_{maxBts}$  van 0,20 (in de voormeting) gedaald naar 0,18 (in de nameting). Op basis hiervan kan worden gesteld dat het project Sporen in Den Bosch geen of een licht positief effect heeft gehad.
- Voor de panden aan de Boschveldweg is een stijging van 0,15 naar 0,23 geconstateerd voor de  $v_{maxBts}$ . Een dergelijke stijging van een factor 1,5 (met in achtname van de reproduceerbaarheid is  $v_{maxBts} = 0,27$  en daarbij de stijgingsfactor 1,8)) is groter dan de geprognosticeerde stijging in het tracébesluit [ref 5] van een factor 1,2 (met een kans van 20% dat deze meer dan 1,3 is).

Op basis van deze gegevens is het volgende geconcludeerd:

- Op het buitenste spoor aan de oostzijde zijn er goederentreinen gepasseerd met een snelheid die voldoet aan de ontwerpsnelheid voor de plansituatie uit tracébesluit Sporen in Den Bosch. Op basis waarvan wordt geconcludeerd dat deze treinen in de gemeten  $v_{max}$  zijn verdisconteerd.
- Aan de westzijde zijn op het buitenste spoor geen treinen met een snelheid conform het Tracébesluit gepasseerd. Op het naast gelegen spoor (spoor 7) is de geplande rijsnelheid van de goederentreinen wel tijdens de meting vastgesteld. Hierdoor is dit spoor maatgevend geworden in de prognose.
- Aan de zuidkant van station 's-Hertogenbosch (gebied Magistratenlaan/Maijweg) heeft de verhoging van de rijsnelheid van de goederentreinen geen effect gehad op de  $v_{maxBts}$ .
- Aan de noordzijde van station 's-Hertogenbosch (Parallelweg/Boschveldweg) is een stijging van de  $v_{maxBts}$  opgetreden die groter is dan de prognose en waarschijnlijk wordt veroorzaakt door de verhoging van de rijsnelheid van de goederentreinen.

## 4 REKENMETHODIEK ONDERZOEKSGBIED

Voor het beoordelen van de trillingsniveaus vóór en na implementatie van SiDB bij relevante (trilling gevoelige) objecten in het in sectie 2.4.3 beschreven onderzoeksgebied, is een prognosemodel opgesteld. Als basis voor dit prognosemodel worden de meetgegevens gehanteerd die zijn verkregen uit de uitgevoerde trillingsmetingen zoals weergegeven in hoofdstuk 3.

Op basis van deze metingen worden met een aantal analytische vergelijkingen, waarmee het effect van alle relevante elementen (kenmerken bron, medium en object) in rekening worden gebracht, de trillingsniveaus  $V_{maxBts}$  en  $V_{per}$  bij panden berekend voor de referentiesituatie en voor de plansituatie na realisatie van het voorliggende project.

Het begrip trillingssterkte wordt in dit kader, conform de Bts onderscheiden in twee kenmerkende parameters:

- De maximale trillingssterkte in een beschouwde periode  $V_{max}$ ;
- De gemiddelde effectieve waarde van de trillingssterkte over een beoordelingsperiode  $V_{per}$ .

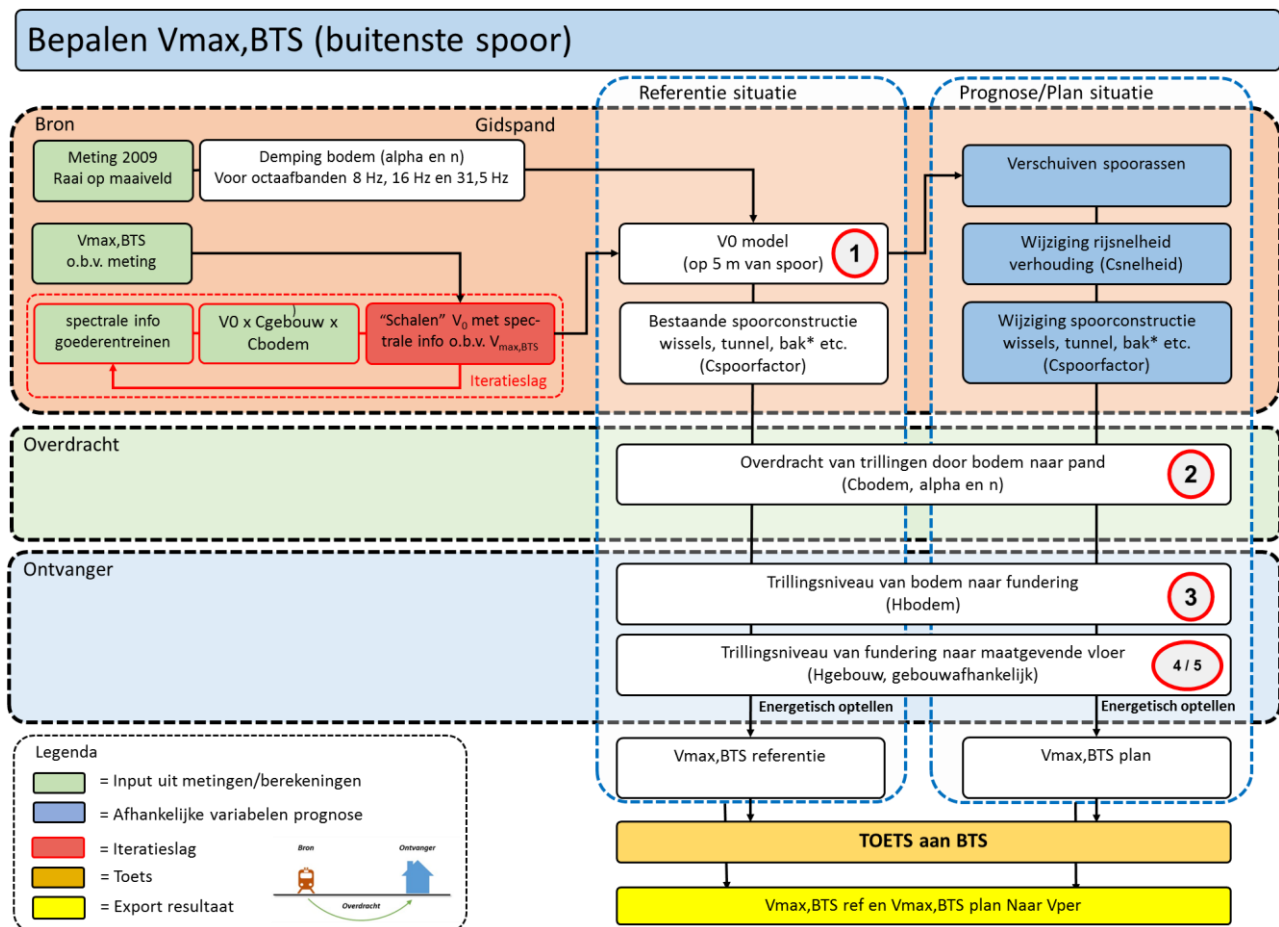
In de volgende paragrafen is weergegeven op welke wijze de  $V_{max}$  en  $V_{per}$  per pand wordt bepaald en welke uitgangspunten en elementaire formules hierbij worden gehanteerd.

Het model is zodanig geografisch gedifferentieerd dat hiermee de trillingssterkte in het studiegebied langs het gehele tracé in een gebied met een breedte van circa 100 meter ter weerszijden van het huidige tracé kan worden bepaald.

Het gebruikte prognosemodel neemt het effect van een aantal basiselementen of invoergegevens in beschouwing voor de bron (treinkarakteristieken en kenmerken van het spoor, de grond waarin de trillingen zich verspreiden (de ondergrondsituatie/bodemopbouw) en de object kenmerken (kenmerken van de panden/ontvanger). De gehanteerde uitgangspunten zijn weergegeven in hoofdstuk 2

### 4.1 Modelberekening $V_{maxBts}$

In onderstaande stroomschema is het gehanteerde prognosemodel dat gehanteerd is voor het bepalen van de maximale trillingssterkte per pand of ander trilling gevoelig pand binnen het onderzoeksgebied van 100 m langs het spoor. Het schema geeft in hoofdzaak de gevolgde werkwijze weer van het prognosemodel.



Figuur 10, Stroomschema Vmax

De basis van het prognosemodel wordt gevormd door de trillingsmetingen die zijn uitgevoerd bij de gidspannen (2009 en 2015). Voor ieder gidspan is de piekwaarde van de trillingssterkte  $v_{maxBts}$  bepaald met een 95% kans van optreden en een reproduceerbaarheid van 15% of lager, conform de door de Bts voorgeschreven meet- en uitwerkingsmethodiek.

De  $V_{maxBts}$  uit de metingen heeft als invoer gediend van het model.

### Model

Met het model kan op elke locatie binnen het onderzoeksgebied de trillingssterkte  $v$ , uitgedrukt in een dimensieloos genormeerde snelheid, aan weerszijden van het spoor worden bepaald aan de hand van de volgende basisrelatie:

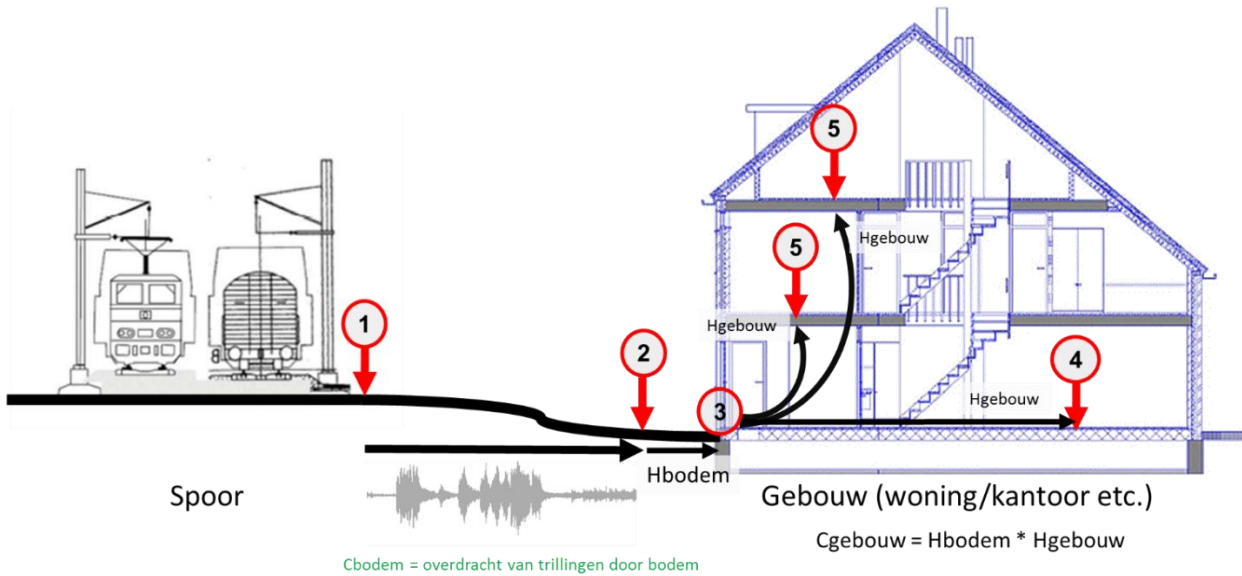
$$V = V_0 \cdot C_{snelheid} \cdot C_{spoor} \cdot C_{bodem} \cdot C_{gebouw}$$

Hierin is

- $V$  trillingssterkte in een pand, op het maatgevende vloerveld
- $V_0$  bronwaarde trillingssterkte maaiveld berekend op referentie afstand  $x_0 = 5$  m
- $C_{snelheid}$  correctiefactor voor de rijsnelheid van de trein.
- $C_{spoor}$  correctiefactor voor spoorconstructie afwijkend van de vrije baan conditie (bijvoorbeeld wissels).
- $C_{bodem}$  factor voor de geometrische overdracht in de bodem (ruimtelijke en fysische demping).
- $C_{gebouw}$  overdrachtsfactor voor de trillingen van maaiveld naar de maatgevende verdiepingsvloer in een pand.

### Bronwaarde trillingssterkte

In het opgestelde model wordt uitgegaan van een zogenaamde bronwaarde van de trillingssterkte op 5 m uit het spoor ter bepaling van de trillingssterkte  $v$  in de bebouwing op de vloer. Deze bronwaarde wordt  $v_0$  genoemd en is met "1" aangegeven in Figuur 10 en Figuur 11. De  $v_0 * C_{bodem}$  (trillingssterkte in de bodem voor een gidspand, aangegeven met "2" in Figuur 10 en Figuur 11) is verdeeld over de octaafbanden gelijk een gemiddelde goederentrein uit de trillingsmetingen (gemiddelde op basis van 10 tot 20 goederentreinen). Vervolgens is  $v_0$  op iteratieve wijze zodanig aangepast dat voor de referentiesituatie  $v_0 * C_{bodem} * C_{gebouw}$  (berekende trillingssterkte op de maatgevende vloer in een gidspand, "4" of "5" in Figuur 10 en Figuur 11) gelijk is aan de op trillingsmetingen bepaalde  $V_{maxBts}$  van een gidspand.



- 1 = trillingsniveau op 5m van spoor
- 2 = trillingsniveau in bodem voor woning
- 3 = trillingsniveau op fundering
- 4 = trillingsniveau op vloer begane grond
- 5 = trillingsniveau op vloer verdieping

Figuur 11, Overzicht dwarsdoorsnede met aanduidingen en grootheden (rood omrande nummering komt overeen met nummering in stroomschema's)

### **Overdracht bodem $C_{bodem}$**

Voor de overdracht van de berekende trillingssterkte op 5 m afstand van het spoor (V0, positie 1 in Figuur 10 en Figuur 11) wordt op basis van de ter plaatse aanwezige bodemdemping (volgens Barkan) op de een positie ter plaatse van het maaiveld voor de te toetsen panden de trillingssterkte  $V_{max}$  berekend (positie 2 in Figuur 10 en Figuur 11) voor zowel de referentie als de plansituatie. In het prognosemodel wordt de relatie tussen afstand en trillingssterkte per octaafband beschreven door de factor  $C_{bodem,xHz}$ . Deze dempingsfactor beschrijft de invloed van de bodem op de trilling snelheden (ingedeeld op basis van de dominante frequentie per octaafband) die op afstand van de bron optreden. In de factor is zowel het effect van geometrische verzwakking, bij toenemende afstand tot de bron, als de materiaaldemping opgenomen en wordt in de zogenaamde Barkan vergelijking als volgt beschreven:

$$C_{bodem} = \left(\frac{r_0}{r}\right)^n e^{-\alpha(r-r_0)}$$

Hierin is:

$C_{bodem}$  = factor voor de geometrische overdracht in de bodem

$\alpha$  materiaaldempingsfactor

$n$  factor voor geometrische uitdemping

$r$  afstand tussen bron en pand

$r_0$  referentie afstand tot bron (5 m)

### **Beïnvloeding trilling door sporenlay-out en kunstwerken $C_{spoor}$**

#### Wissels

Bij een treinpassage van een wissel kan een verhoging van de trillingssterkte optreden als gevolg van de discontinuïteit in de spoorstaven. In het kader van andere spoorprojecten (project SAAL Cluster A, stationsgebied Driebergen Zeist) heeft ARCADIS in het verleden het effect van een wissel onderzocht. Hierbij is per treinpassage gelijktijdig op een 'vrije baan'-gedeelte en ter plaatse van een wissel gemeten in twee meetraaien op maaiveld. Op basis van deze onderzoeken is geconcludeerd dat in een wissel een vergrotingsfactor  $C_{spoor}$  op de bronwaarde van de trilling van 1,5 kan worden aangehouden.

### **Ontvanger/pandeigenschappen $C_{gebouw}$**

Bij de uitgevoerde trillingsmetingen zijn voor verschillende panden met verschillende karakteristieken (bouwjaar, stijfheid gebouw, fundering en vloeren) op verschillende posities trillingsmetingen uitgevoerd. Het betreft trillingsmetingen in de grond voor de panden, aan de fundering, op vloeren van de begane grond en op de vloeren van de etages. Op basis van de metingen is voor verschillende "soorten" panden een factor bepaald voor trillingsoverdracht van een trillingsniveau voor het pand (positie 2 in Figuur 10) naar een niveau op de fundering en vloeren van het pand. De overdracht van de trilling van grond naar vloer wordt beschreven door  $C_{gebouw}$ . Deze factor is opgebouwd uit de componenten  $H_{gebouw}$  en  $H_{bodem}$ .  $H_{gebouw}$  beschrijft de overdracht van fundering naar vloer en  $H_{bodem}$  beschrijft de overdracht van bodem naar fundering.

$$C_{gebouw} = H_{gebouw} \cdot H_{bodem}$$

De  $H_{gebouw}$  is per gidspand uitgewerkt naar octaafbanden bepaald met behulp van de uitgevoerde trillingsmetingen. Voor panden met vergelijkbare eigenschappen in de directe omgeving van een gidspand is de  $H_{gebouw}$  van het gidspand aangehouden hierbij zijn de uitgangspunten gelijk aan het tracébesluit Sporen in Den Bosch gehouden aangevuld met de resultaten uit de metingen van 2015.

Per gidspand is op basis van de trillingsmetingen tevens een  $H_{bodem}$  bepaald per octaafband. De panden in de nabijheid van het gidspand waarvan op basis van de eigenschappen van het pand verwacht mag worden dat de overdracht van grond naar fundering vergelijkbaar zijn hebben een gelijke overdracht als het gidspand.

### Rijsnelheid treinen Csnelheid

De rijsnelheid van met name de goederentreinen is op het emplacement van station 's-Hertogenbosch verhoogd ten opzichte van de rijsnelheid in de referentiesituatie. In de modelberekeningen is hiervoor de factor Csnelheid opgenomen, gebaseerd op een onderzoek uitgevoerd door Cauberg-Huygen in het rapport Onderzoek relatie rijsnelheid treinen en trillingssterkte – spoor in Tricht (20122368-01, 4 maart 2013). De relatie is als volgt:

$$C_{\text{snelheid}} = \left( \frac{v_{\text{na verhoging}}}{v_{\text{voor verhoging}}} \right)^{0,9}$$

Waarin de v de rijsnelheid is van de goederentreinen al dan niet voor of na een verhoging in de rijsnelheid.

Ten behoeve van het tracébesluit Sporen in Den Bosch is destijds een vergelijkbare snelheidsrelatie gebruikt. Echter heeft deze relatie per octaafband een aangepast richtingscoëfficiënt, die als volgt wordt bepaald:

$$rc = -0,06 + (0,07 * n_{\text{octaafband}}) + (0,006 * x)$$

Waarin:

rc richtingscoëfficiënt

$n_{\text{octaafband}}$  het octaafband nummer (2= 8Hz, 5 = 16 Hz en 8 =31,5 Hz)

x afstand tot het spoor

Om de verschillen tussen de beide methodes in beeld te brengen is onderstaand een overzicht gemaakt voor de meetlocatie aan de Boschveldweg 37-83 voor de bepaling van de trillingssterkte van  $v_{\text{maxBts}}$  in de toekomstige situatie.

Tabel 13 Verschillen tussen berekeningsmethodieken van de verhoging van de rijsnelheid van goederentreinen

Octaafband	Methode Tricht	Methode TB SiDB (MaT64)
8 Hz		0,18
16 Hz	0,23	0,20
31,5 Hz		0,22

Tussen de beide methodes is een verschil zichtbaar in de resultaten van de prognose, enerzijds doordat de methode gebaseerd op metingen bij Tricht uit gaat van een een-getals-waarde en de methode uit het Tracébesluit uit gaat van octaafbanden. Anderzijds is de methodiek uit Tricht gebaseerd op metingen aan goederentreinen en zijn bij de metingen voor het tracébesluit passages van MAT64 materieel geregistreerd [ref 2].

Tussen beide methoden is het uiteindelijke verschil ongeveer 15%. Waarbij de methodiek gebaseerd op het onderzoek in Tricht de meetresultaten beter benaderd dan de Methode uit het tracébesluit. Om deze reden is er voor gekozen de relatie gebaseerd op de metingen in Tricht in het prognose model aan te houden voor het trajectdeel aan de noordkant van station 's-Hertogenbosch.

Voor de locatie aan de Maijweg blijkt uit de metingen geen toename van de trillingsintensiteit bij een hogere rijsnelheid van de goederentreinen. Ook uit de meting aan de Magistratenlaan (na invoering van de verhoogde rijsnelheid uitgevoerd) blijkt hier geen reden toe. Deze is dan ook niet in de modelering voor het trajectdeel ten zuiden van station 's-Hertogenbosch opgenomen.

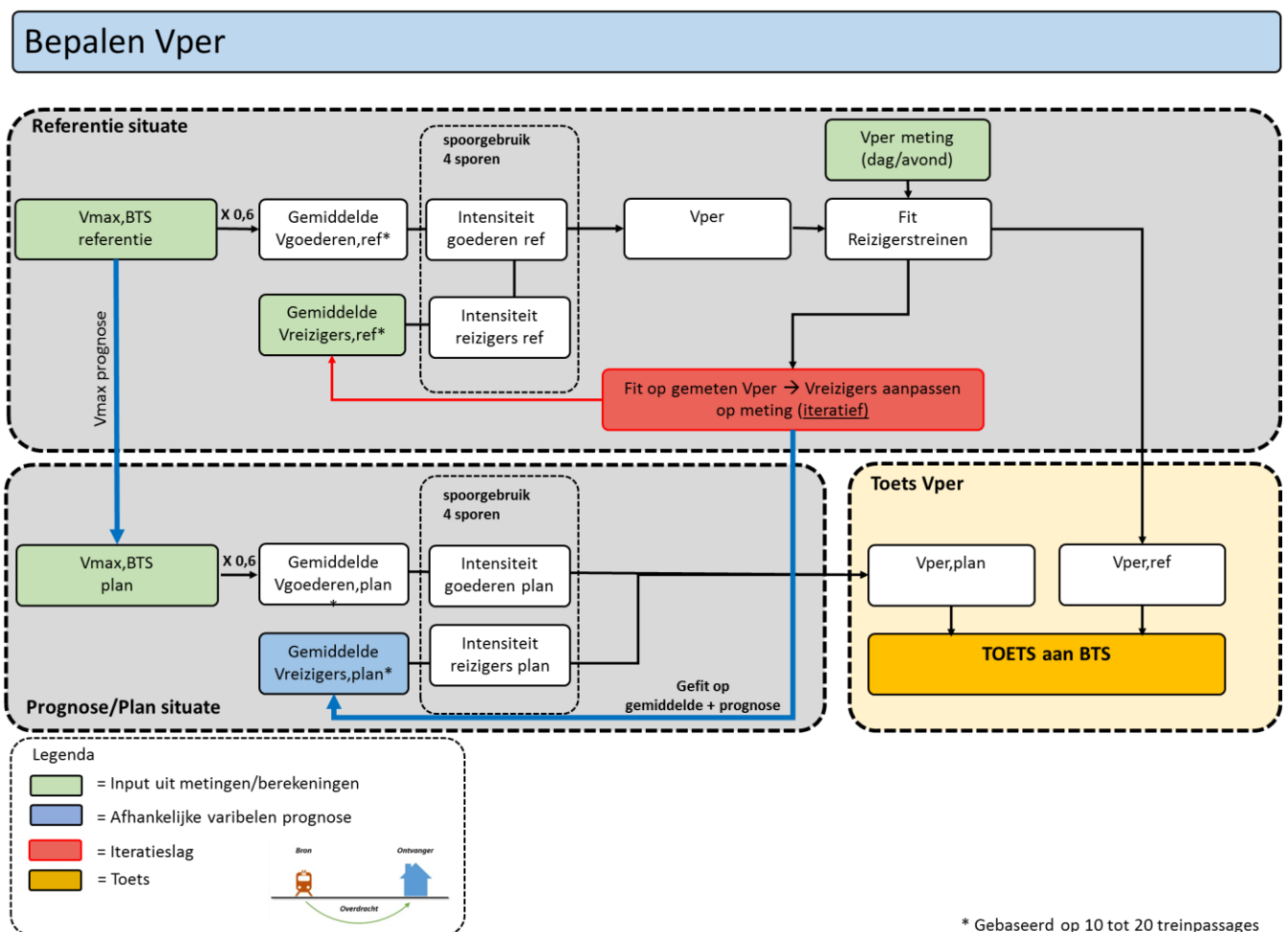


Het model is gekalibreerd aan de hand van de resultaten van uitgevoerde trillingsmetingen. Op basis van deze correctie wordt per pand een  $V_{maxBts}$  bepaald.

Met het prognosemodel is middels een postdictieberekening de trillingssterkte ( $V_{max}$ ) in de referentiesituatie in het studiegebied bepaald ter plaatse van alle panden binnen een zone van 100 meter. Vervolgens is op eenzelfde wijze een predictieberekening uitgevoerd voor de eindsituatie.

## 4.2 Modelberekening $V_{per}$

Ter toelichting van de bepaling van de  $V_{per}$  is een stroomschema opgesteld, waarin de gevolgde werkwijze is opgenomen (zie Figuur 12).



Figuur 12 Stroomschema bepaling  $V_{per}$

Zoals aangegeven in de vorige paragraaf, wordt de  $V_{per}$  afgeleid van de per pand berekende  $V_{maxBts}$ . De berekende  $V_{maxBts}$ -waarden voor de referentie- en plansituatie worden vervolgens per pand gebruikt om de  $V_{per}$  te bepalen. Ter bepaling van de  $V_{per}$  in de referentie- en plansituatie wordt de  $V_{maxBts}$ -waarde met een factor  $0,6^2$  gecorrigeerd, om zo te komen tot een gemiddelde trillingssterkte voor de goederentreinpassages te komen. Voor de invoer van de passagierstreinen is de trillingssterkte gemiddeld over 10 tot 20 maatgevende passagierstreinen gebruikt. Het gemiddelde van de maatgevende passagierstreinen is hoger dan het werkelijk gemiddelde waardoor de gemodelleerde  $V_{per}$  hoger uit komt dan de op metingen gebaseerde  $V_{per}$ .

<sup>2</sup> Verhoudingsfactor tussen de  $V_{maxBts}$  en de gemiddelde trillingssterkte van de goederentreinen

De  $V_{per}$  van de referentiesituatie wordt bepaald op basis van het kwadratisch gemiddelde van de trillingssterkte berekend op basis van de verkregen meetdata en het verkregen aantal treinen per uur uit 2013. Hierbij is steeds uitgegaan van de drukste periode binnen een etmaal, namelijk de dag- (7.00 uur tot 19.00 uur) of de avond (19.00 uur tot 23.00 uur). Om de gemodelleerde  $V_{per}$  en de op metingen gebaseerde  $V_{per}$  gelijk te maken voor de referentiesituatie wordt de gemiddelde trillingssterkte van de passagierstreinen verlaagd ter kalibratie van het model op de metingen.

Voor de bepaling van de trillingssterkte over de tijd zijn de volgende relaties gebruikt in de modelering:

$$v_{per} = \sqrt{\left[ \frac{1}{3n_{goed} + n_{pas}} (3n_{goed}(v_{maxBTS}f_{goed})^2 + n_{pas}(v_{gem,pas}f_{pas})^2) \right]} \cdot \sqrt{\frac{T_b}{T_0}}$$

Hierin is:

$V_{per}$  = gemiddelde trillingssterkte over de tijd

$V_{max}$  = piekwaarde trillingssterkte in het pand

$n_{goed}$  = aantal goederentreinen dat op een traject passeert

$n_{pas}$  = aantal passagierstreinen dat op een traject passeert

$f_{goed}$  = factor verhouding tussen  $V_{max}$  en  $v$  voor een gemiddelde goederentrein (10 tot 20 maatgevende goederentreinen)

$f_{pas}$  = factor verhouding tussen  $V_{max}$  en  $v$  voor een gemiddelde passagierstrein (circa 20 maatgevende passagierstreinen) iteratief bepaald in de referentiesituatie.

$T_0$  = totale duur van de trillingsbron in de beoordelingsperiode

$T_b$  = duur van de beoordelingsperiode =  $30 \text{ s} \cdot (3n_{goed} + n_{pas})$

Om vanuit de piekwaarde  $V_{maxBts}$  naar een bijbehorende  $V_{per}$ -waarde te komen, zijn de volgende stappen gevolgd:

- Voor alle gidspannen is  $V_{per}$  bepaald op basis van de uitgevoerde trillingsmeting.
- Op basis van de verkregen treinaantallen is, per spoor het aantal treinpassages per periode (dag, avond, nacht) bepaald. Het aantal treinen in de maatgevende periode is opgenomen voor de bepaling van  $V_{per}$ .
- Uit de meetdata is op basis van passagetijd en trillingssterkte een aantal (10 tot 20) goederentreinen geselecteerd. Gemiddeld is het verschil tussen de trillingssterkte van de geselecteerde goederentreinen en de  $V_{maxBts}$  een factor 0,6.
- Daarna zijn passagierstreinen geselecteerd en is hiervan een gemiddelde trillingssterkte bepaald (op basis van 10 tot 20 maatgevende treinen).
- Vervolgens is met de trillingssterkte voor de goederentrein en die voor de passagierstrein de  $V_{per}$  berekend, de berekende waarde ligt steeds boven de  $V_{per}$  die gebaseerd is op de metingen. De trillingssterkte van de passagierstreinen is verlaagd tot dat de berekende  $V_{per}$  en de  $V_{per}$  gebaseerd op meetwaarden gelijk zijn. Op deze wijze wordt uitgegaan van een conservatieve waarde voor  $V_{per}$  in de plan situatie.

Met het prognosemodel is middels een postdictieberekening de trillingssterkte ( $V_{per}$ ) in de referentiesituatie in het studiegebied bepaald ter plaatse van alle panden binnen een zone van 100 meter. Vervolgens is op eenzelfde wijze een predictieberekening uitgevoerd voor de plansituatie, de factoren  $f_{goed}$  en  $f_{pas}$  zijn hierin ongewijzigd gebleven.

## 5 TOETSING TRILLINGEN

Met behulp van het predictiemodel zijn de trillingsniveaus bepaald voor de volgende situaties:

- Referentiesituatie (huidige situatie 2009)
- Plansituatie (toekomstige situatie)

Voor de te toetsen panden binnen het gedefinieerde onderzoeksgebied zijn de berekende  $V_{maxBts}$  en  $V_{per}$  voor zowel de referentie- en plansituatie getoetst aan de waarden zoals opgenomen in de Bts.

De berekeningsresultaten zijn voor de relevante panden weergegeven in Bijlage A van dit rapport. In de in deze bijlage weergegeven tabel zijn de berekende  $V_{per}$  en de hoogste  $V_{max}$  (maximale waarde op de verschillende vloeren) voor de referentie- en plansituatie weergegeven op pandniveau. Daarnaast is aangegeven of er een reductie van de  $V_{per}$  of  $V_{max}$  noodzakelijk is indien er sprake is van een overschrijding van de grens- en/of streefwaarden die zijn opgenomen in de Beleidsregel trillinghinder spoor (Bts). Of er reducerende maatregelen nodig zijn, is weergegeven in de laatste kolom van de tabel.

In bijlage B zijn figuren weergegeven met de panden waarvoor een overschrijdingen wordt berekend. In deze bijlage is ook aangegeven voor welke panden het noodzakelijk is maatregelen te treffen en de noodzakelijke reductie van de trillingssterkte.

Op verschillende locaties langs het zuidelijk tracédeel in 's-Hertogenbosch worden  $V_{max}$  en  $V_{per}$  waarden overschreden. In onderstaande tekst is beschreven voor welke locaties er een overschrijding plaatsvindt van de grenswaarden en hoe groot de stijging is ten opzichte van de referentiewaarde. In Figuur 13 zijn de locaties van de overschrijdingen in detail weergegeven.

De volgende locaties met overschrijdingen zijn vastgesteld:

- Parallelweg (km 47.4 t/m 47.8): Op deze locatie is er een toename van de rijsnelheid van de goederentreinen van 40 km/uur naar 80 km/uur. Daarnaast zijn de sporen ten opzichte van de situatie van 2009 afhankelijk van de locatie tussen circa 0 en 25 m naar het westen verschoven. Uit het Tracébesluit Sporen in Den Bosch blijkt dat een stijging van 30% van de trillingssterkte werd verwacht. De nu berekende stijging is 70% tot 90%. Het verschil in stijging ten opzichte van het tracébesluit wordt veroorzaakt door de gemeten verhoging van de trillingssterkte in de nameting aan de Boschveldweg.
- Aan de zijde van de Parallelweg is uit de nameting gebleken dat er op het meest westelijke spoor nog niet is gereden met de geplande snelheidsverhoging. Mogelijk dat de trillingssterkte hier ten opzichte van de nameting alsnog stijgt met circa 10 %.
- Magistratenlaan/Bordeslaan (km 48.0 – km 48.6): Bij de gehanteerde aanpak is vanuit de 2015 situatie (na de verhoging van de rijsnelheid teruggerekend naar de situatie 2009 zonder verhoging van de rijsnelheid. Dit veroorzaakt een stijging van de trillingssterkte van meer dan 30%, echter wordt de streefwaarde A1 niet overschreden. Opgemerkt wordt dat uit vergelijking van de trillingsmeting aan de Magistratenlaan 138 (2015) met de meting aan de Bordeslaan (2009) geen duidelijke stijging van de trillingsintensiteit als gevolg van snelheidstoename is af te leiden.
- Boschveldweg (km 47.2 – km 47.8): Op basis van de nameting behorend bij Tracébesluit SiDB is een verhoging van de trillingssterkte bepaald van circa 50%. Een overschrijding van de grenswaarden is hier aan de orde. Volgens de modelanalyse, waarbij de reproduceerbaarheid in de voorspelling is verwerkt, is de maximale toename in dit gebied circa 80 %. Dit is een aanzienlijk grotere toename dan in het Tracébesluit was opgenomen. De waarde  $V_{per}$  overschrijdt de grenswaarde A3 niet voor de bebouwing uit de jaren tachtig of recenter. Voor de panden van oudere datum is er wel sprake van een overschrijding van de grenswaarde A3.



Figuur 13 Overschrijding Bts, Links de situatie op basis van de nameting, rechts de plansituatie o.b.v. nameting en verhoging rijnsnelheid westelijke spoor

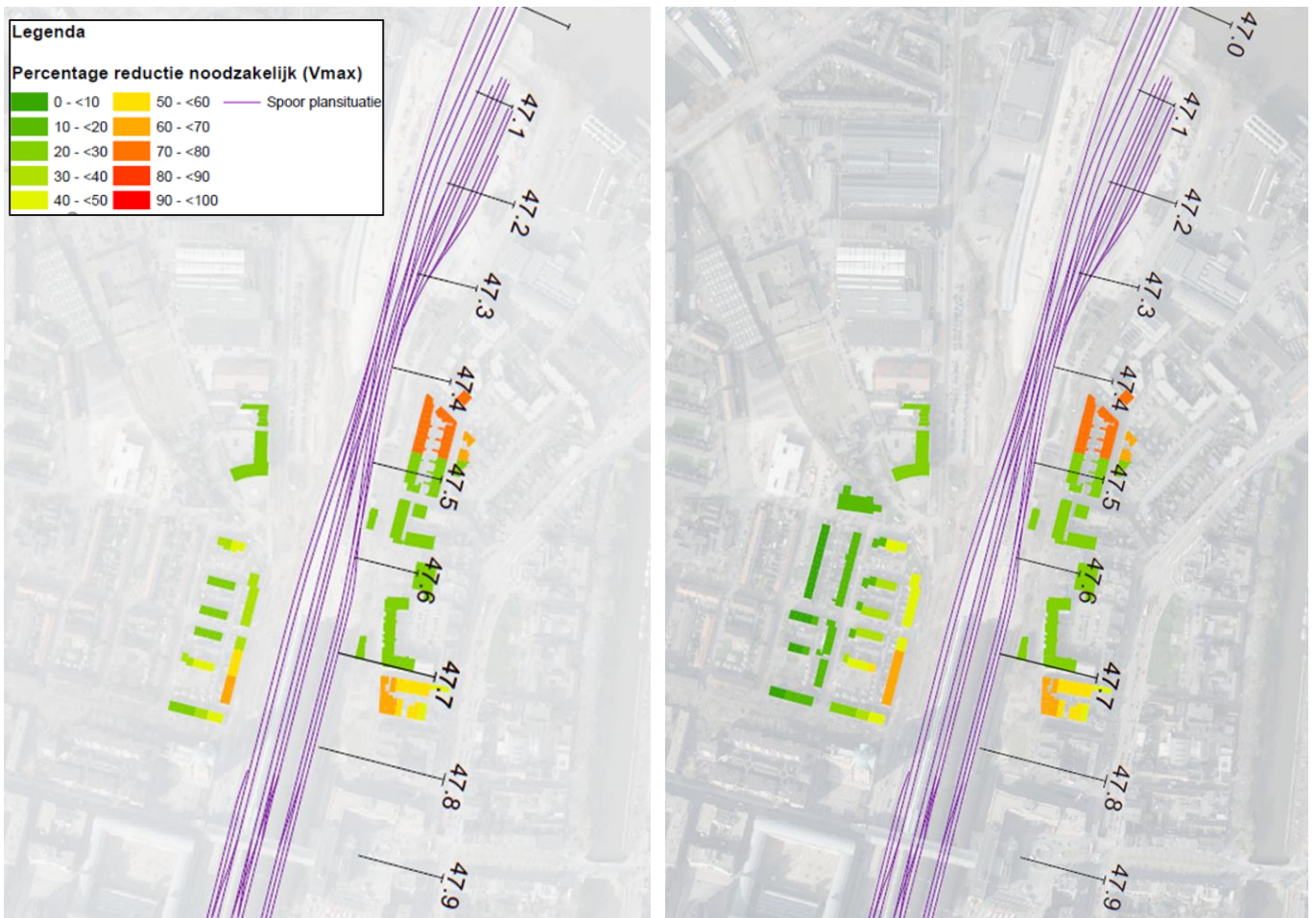
### Benodigde reductie

Er is in de plansituatie nergens sprake van een  $V_{max,Bts} > 3,2$ . Wel dient conform de Bts een doelmatigheidsafweging van maatregelen te worden uitgevoerd voor een aantal locaties, zowel ten oosten als ten westen van het spoor.

De benodigde reductie is bepaald conform Bts. In Figuur 14 is de benodigde reductie van  $V_{max,Bts}$  en in Figuur 15 de benodigde reductie van  $V_{per}$  weergegeven.

Uit deze figuren blijkt:

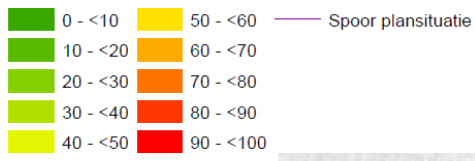
- Bij 496 afwegingspanden wordt de Bts overschreden voor Vmax in de situatie zoals deze in 2015 is nagemeten. In deze gevallen is de benodigde reductie van VmaxBts altijd maatgevend boven de reductie van Vper.
- Op basis van VmaxBts is gemiddeld genomen een reductie van circa 45% benodigd en maximaal 80% ter plaatse van de Boschveldweg van Vmax in de plansituatie.
- Doordat er geen stijging is van het aantal treinen tussen de referentiesituatie en de plansituatie stijgt de vper marginaal als gevolg van sporaanpassing en verhoging van de rijsnelheid met circa 10%. Deze toename is minder dan de toename van Vmax Bts. Dit betekent dat de toetsing op vmaxBts maatgevend is.



Figuur 14 Reductie benodigd voor VmaxBts, links de situatie o.b.v. de nameting uit 2015, rechts o.b.v. de prognose geheel conform het tracébesluit

**Legenda**

**Percentage reductie noodzakelijk (Vper)**



*Figuur 15 Reductie benodigd voor Vper t.b.v. de plansituatie*

## 6 MAATREGELAFWEGING

### 6.1 Algemene opzet

Wanneer de grenswaarden conform Bts als gevolg van het project worden overschreden, moet voor de panden waar sprake is van overschrijding van grenswaarden (zogenaamde afwegingspanden) afgewogen worden of maatregelen getroffen kunnen worden om trillingen zodanig te verminderen dat voldaan wordt aan de grenswaarden uit de Bts. Bij deze afweging worden globaal de volgende stappen doorlopen:

- Om te bepalen welke maatregelen kansrijk zijn, wordt in eerste instantie een algemeen keuzeprocess doorlopen van alle mogelijke maatregelen uit de ontwikkelende maatregelencatalogus [ref 10, ref 13]. Maatregelen die niet effectief zijn of waarvoor onvoldoende informatie beschikbaar is over de effectiviteit van de maatregel, vallen af.
- De afwegingspanden worden op basis van een aantal criteria verdeeld in clusters.
  - Per afwegingspand in het cluster wordt voor de trillingsniveaus ( $V_{max}$  of  $V_{per}$ ) bepaald wat de benodigde afname in trillingen moet zijn om aan de grenswaarden uit de Bts te voldoen.
  - Vervolgens worden per cluster kansrijke maatregelen beschouwd en afgewogen.
- De kansrijke maatregelen die overblijven na de voorgaande analyse, worden per cluster afgewogen. Deze afweging vindt plaats in drie stappen:
  1. De maatregelen worden globaal afgewogen op basis van de criteria effectiviteit en kosten, op basis waarvan een nadere verfijning van de benaming van maatregelen als “kansrijk” of “kansarm” worden verkregen. Eventueel worden de maatregelen daarbij ook mee beoordeeld op de aspecten inpasbaarheid, uitvoerbaarheid, robuustheid en onderhoudbaarheid. Op basis van deze afweging blijven een aantal voorkeursmaatregelen over.
  2. De voorkeursmaatregelen worden nader verkend door de effectiviteit van de maatregelen te bepalen voor de locatie specifieke omstandigheden met gebruikmaking van modelberekeningen.
  3. Afweging van de voorkeursmaatregelen (of een combinatie van maatregelen) met behulp van een Multi criteria analyse. Daarbij wordt ook bepaald of het toepassen van de maatregelen doelmatig is vanuit kostenooptpunt (wegen de kosten van de maatregel op tegen de opbrengsten). Resultaat is een samenvattende tabel waarin de informatie is opgenomen waarmee een besluit genomen kan worden over de toe te passen maatregelen in het betreffende cluster. Voor aansluitende clusters wordt bovendien nog afgewogen of bij het combineren van clusters een grotere kostendoelmatigheid van maatregelen mogelijk is, dan wel of hiermee nog een grotere effectiviteit is te bereiken.

### 6.2 Clustering van afwegingspanden

In het projectgebied Den Bosch zijn in totaal 496 afwegingspanden vastgesteld. Voor een afwegingspand geldt dat conform Bts2014 een afweging van maatregelen dient plaats te vinden, waarbij in geval van toepassing van de maatregelen de trillingsniveaus  $V_{max}$  of  $V_{per}$  zodanig worden gereduceerd dat hiermee wordt voldaan aan de grenswaarden zoals geformuleerd in Bts2014.

Het projectgebied is verdeeld in deelgebieden die elk zijn opgesplitst in verschillende clusters. Per cluster is een afzonderlijke nadere analyse uitgevoerd naar de toepasbaarheid van maatregelen. Een cluster is een groep van panden die profijt heeft van een gezamenlijke voorziening/maatregel. Bij de indeling in clusters zijn de volgende criteria gehanteerd:

- Een cluster bestaat uit afwegingspanden die ofwel aan de oost- of de westzijde van het spoor liggen.
- De te beschouwen reductie van trillingsniveaus in de afwegingspanden in de eerstelijnsbebouwing binnen het cluster is vergelijkbaar.
- Achterliggende afwegingspanden, dat wil zeggen panden achter de eerstelijns bebouwing zijn toegevoegd aan het cluster, voor zover deze in hetzelfde invloedsgebied liggen van het spoor.
- De clusters zijn zo klein mogelijk gekozen om in een latere fase maatregelen te kunnen combineren. Op deze wijze wordt voorkomen dat panden ten onrechte niet in aanmerking komen van maatregelen.

## 6.3 Methodiek van afweging maatregelen

In het kader van de maatregelenafweging worden de volgende aspecten beschouwd:

- Effectiviteit (geschiktheid in het frequentiedomein en de maximale reductie als gevolg van de maatregelen).
- Kosten (zeer globale kostenvergelijking van de maatregelen gepresenteerd in de ontwikkelende maatregelencatalogus [ref 10] met een nadere kostenvergelijking voor de kansrijke maatregelen). De kosten worden beschouwd inclusief 19,75% PEAT en btw.
- Inpasbaarheid (dit omschrijft de mogelijkheid van de ruimtelijke inpassing met inachtneming van andere functies en waarden in de omgeving).
- Uitvoerbaarheid (de geschiktheid van de maatregel/uitvoeringstechniek om in de gegeven situatie uit te voeren zonder schade en/of hinder).
- Duurzaamheid/onderhoudbaarheid (de mogelijkheid c.q. het risico dat de maatregel gedurende lange periode, in de orde van minimaal 25 jaar, in stand gehouden kan worden dan wel door andere activiteiten, bijvoorbeeld graafwerkzaamheden, zodanig beschadigd kan worden dat hierdoor de functionaliteit aanzienlijk wordt aangetast).
- Robuustheid van de maatregel, waaronder wordt begrepen de opgebouwde ervaring met het toepassen van deze maatregel, hetzij gebaseerd op toepassing in Nederland onder vergelijkbare omstandigheden, ofwel in het buitenland onder vergelijkbare omstandigheden. Voor maatregelen in het spoor geldt dat een aantal maatregelen nog een vrijgave traject bij ProRail moeten doorlopen. Met de toepassing van deze maatregelen wordt terughoudend omgegaan. Daarom scoren deze maatregelen op het aspect “robuustheid” laag.

Een eerste algemene beoordeling van maatregelen is gebaseerd op de beschrijving van maatregelen in de maatregelencatalogus [ref 10]. Dit resulteert in een keuze van een beperkt aantal maatregelen (voorkeursmaatregelen) die op basis van een algemene afweging op bovengenoemde criteria als toepasbaar worden beschouwd, zonder dat de locatie specifieke omstandigheden zijn meegewogen.

De vervolgstappen in de afweging van maatregelen hebben betrekking op het niveau van de clusters, waarbij de volgende stappen worden doorlopen:

1. Een eerste kwalitatieve verkenning van de toepasbaarheid op basis van de locatie specifieke omstandigheden, eisen en randvoorwaarden. Hieruit worden de kansrijke maatregelen geselecteerd die als voorkeursmaatregelen nader worden onderzocht. Deze afweging vindt op clusterniveau plaats.
2. Een nadere verkenning van de effectiviteit van de voorkeursmaatregelen aan de hand van een modelmatige effectprognose. Hierbij wordt gebruik gemaakt van zowel de resultaten van model analyses (in dit geval volgens een Eindige Elementen Methode PLAXIS2D modellering) als van Nederlandse en internationale literatuur.
3. Een Multi criteria analyse van de voorkeursmaatregelen of eventueel maatregelcombinaties, inclusief een kosten vergelijking voor de voorgestelde maatregelen in relatie met het doelmatigheidsbeginsel<sup>3</sup>.

## 6.4 Beschrijving vervolgstappen per cluster

In de verdere uitwerking worden per cluster de mogelijk geschikte maatregelen, zoals beschreven in de voorgaande paragraaf, in 3 achtereenvolgende stappen geanalyseerd:

### **Stap 1: Globale afweging van mogelijke maatregelen**

In deze stap wordt een eerste analyse uitgevoerd om voor elk afzonderlijk cluster de meest kansrijke maatregelen te selecteren. Bij deze beoordeling worden de beoordelingsaspecten “effectiviteit van de maatregel” en “bouwkosten van de maatregel” als primaire kwalitatieve filters gehanteerd.

---

<sup>3</sup> De doelmatigheid van de maatregel is uitgedrukt met een coëfficiënt voor kostendoelmatigheid waarin de kosten van de maatregel(en) set tegen de inbrengen kosten beschouwen. Als de coëfficiënt groter dan 1 wordt, dan is de maatregel(en) set doelmatig.



Zonodig, indien dit onderscheidend is voor de keuze, worden ook de volgende beoordelingsaspecten meegenomen:

- Uitvoerbaarheid van de maatregel.
- De ruimtelijke inpasbaarheid van de maatregel.
- Duurzaamheid/beheerbaarheid
- Robuustheid van de maatregel

Voor de beoordeling op uitvoerbaarheid van maatregelen buiten de spoorzone is de beschikbare werkruimte relevant, die noodzakelijk is voor het installeren van de maatregel. Dit betreft in hoofdstuk 6 nadere te beschrijven “maatregelen in de overdracht”, zoals “OTC-betonwand”.

Hiervoor worden de volgende benodigde werkstrookbreedtes aangehouden:

- OTC-betonwand, type diepwand: werkstrookbreedte 16 m
- OTC betonwand, type jetgrout of andere in situ techniek 10 m

Voor andere OTC-oplossingen in stedelijk gebied zal naar verwachting de benodigde werkstrookbreedte ten minste gelijk zijn aan die van de diepwand, tenzij er gebruik kan worden gemaakt van stalen damwanden als wandelement en deze drukkend op diepte kunnen worden gebracht. In dat geval zal de benodigde breedte naar verwachting gelijkwaardig zijn aan die voor jetgroutwanden.

### **Stap 2: Nadere verkenning van meest geschikte maatregelen**

In deze stap wordt de effectiviteit van de in stap 1 aangemerkte meest geschikte maatregelen verder geanalyseerd. Hierbij wordt op basis van een praktische invulling van de maatregel (in termen van plaats en afmetingen) op clusterniveau een beoordeling van het effect op de trillingsniveaus ter plaatse van de afwegingspanden bepaald.

Dit wordt uitgedrukt in:

- De gerealiseerde reductie van trillingsniveaus voor het maatgevende afwegingspand (dat is het pand met de hoogste benodigde reductie binnen een cluster) tot het benodigde maximale reductieniveau.
- Het aantal panden waarvoor met de maatregel voldoende mitigatie kan worden gerealiseerd.

### **Stap 3: Multicriteria-analyse van de na stap 2 geselecteerde maatregelen of daaruit afgeleide maatregel-combinaties, inclusief afweging doelmatigheid.**

Op basis van de analyse van de effectiviteit van afzonderlijke maatregelen in stap 2 worden in deze stap een aantal afzonderlijke maatregelen en maatregel-combinaties beschouwd.

Voor de geselecteerde maatregel(en) sets wordt een Multi criteria-analyse uitgevoerd op achtereenvolgens de aspecten effectiviteit, inpasbaarheid, uitvoerbaarheid, onderhoudbaarheid, robuustheid, en kosten.

In deze Multi criteria-analyse een aantal aspecten nader gekwantificeerd:

- De effectiviteit van de maatregel wordt uitgedrukt in de gerealiseerde maximale trilling reductie en het aantal panden waarvoor volledige mitigatie wordt gerealiseerd.
- De kosten worden gekwantificeerd op basis van een aantal basiskentallen, waarvan de onderbouwing is opgenomen in paragraaf 6.5 en bijlage D.
- De kostendoelmatigheid wordt uitgedrukt in de verhoudingsfactor tussen de opbrengsten voor het aantal gemitigeerde panden en de bouwkosten van de maatregelen.

Op basis van een relatieve schaal worden de maatregelen voor de overige beschouwde aspecten als volgt gewaardeerd:

- ++ staat voor “helemaal geschikt”
- + staat voor “geschikt maar niet helemaal”
- 0 staat voor indifferent of gemiddeld

Omdat niet geschikte maatregelen al in stap 1 afvallen wordt geen negatieve score gehanteerd.

Aan het einde van de afweging wordt een voorkeur van de maatregelen afgeleid, waarbij wederom de bovenstaande schaalverdeling is gebruikt. De totaalscore wordt gebaseerd op de laagste beoordeling voor een aspect. Oftewel; als een maatregel op effectiviteit als “+”, wordt beoordeeld maar op de andere aspecten als “++”, dan is de totaalbeoordeling een “+”.

Voor de beschouwde maatregelen in de clusters zijn de kosten bepaald op basis van de volgende uitgangspunten:

- Prijzen op basis van prijspeil 2014.
- Kosten inclusief PEAT4 opslag.
- Er zijn voor de uitvoering van de werkzaamheden geen aanvullende kosten voor het bouwrijp maken voor de specifieke maatregelen.
- Wanneer de mitigerende maatregel “OTC” op meerdere locaties wordt toegepast, kunnen de vaste uitvoeringskosten over een grotere wandlengte worden verdeeld. Er wordt uitgegaan van een uitvoeringsfase waarbij tenminste een totale lengte van orde grootte maximaal 300 m OTC als trillingsmitigerende maatregel in één doorlopend uitvoeringsproces kan worden gerealiseerd.<sup>5</sup>

De opbrengsten per pand (het richtbedrag) zijn gebaseerd op ref [11]. Hierbij is uitgegaan van prijspeil 2014. Hieruit volgt een waarde van 47.000 euro per woning als geaccepteerde kosten voor maatregelen. Dit betreft dan de kosten zoals vastgelegd in de SSK-raming, de Mu-waarde incl. 19,5 % PEAT kosten, en incl. btw.

Voor kantoren is in ref [12] een normbedrag per relevante werkplek van € 500,- gehanteerd. Er is aangehouden dat een werkplek in een kantoor overeenkomt met een bedrijfsoppervlak van 10 m<sup>2</sup> en dat het gehele pandoppervlak als werkruimte is aan te merken. Dit betekent dat voor de functie kantoren een normbedrag van € 50 per m<sup>2</sup> kantooroppervlak is gehanteerd.

Voor overige gebruiksfuncties is vooralsnog geen algemene benadering voor de vaststelling van het normbedrag beschikbaar. Hiervoor zijn de volgende uitgangspunten bepaald:

#### *Bijeenkomstruimte, onderwijs en gezondheidszorgfunctie*

Voor deze gebruiksfuncties wordt als uitgangspunt de benadering voor kantoren gehanteerd. Dat betekent dat voor deze functies wordt gerekend met een normbedrag van € 50 per m<sup>2</sup> gebouwoppervlak.

#### *Bedrijfspan en winkelruimte*

Per bedrijfspan wordt aangenomen dat 10% van het oppervlak van het bedrijfsgebouw de functie “kantoor” heeft. Dit betekent dat voor de functie bedrijf/industrie een normbedrag van € 5 per m<sup>2</sup> oppervlak bedrijfsgebouw is gehanteerd.

De doelmatigheid van de maatregel is uitgedrukt met een coëfficiënt voor kostendoelmatigheid, op basis van de volgende relatie:

#### *Bij woningen:*

Kosten doelmatigheid =  $(n \cdot 47.000) / \text{kosten van de maatregel set}$ , waar n het aantal woningen is waarvoor de totale benodigde reductie wordt bereikt.

#### *Bij kantoren, bijeenkomstruimten, gezondheidszorg, sportfunctie en onderwijsfunctie en scholen:*

Kosten doelmatigheid =  $A \cdot 50 / \text{kosten van de maatregel set}$ , waarbij A het vloeroppervlak in het gebouw betreft.

---

<sup>4</sup> PEAT staat voor de engineeringkosten betreffende “Project management, Engineering, Administratie en Toezicht”.

<sup>5</sup> Indien de totale lengte van mitigerende diepwanden wezenlijk afwijkt, zullen ook de kosten per m’wand wijzigen: een grotere eenheidsprijs bij afname van de wandlengte en een kleinere eenheidsprijs bij een grotere wandlengte.

*Bij bedrijfspand en winkelruimte:*

Kosten doelmatigheid =  $A * 5 / \text{kosten van de maatregel set}$ , waarbij A het inpandige vloeroppervlak in het bedrijfsgebouw betreft.

Hierin is het maatregel bedrag uitgedrukt in Euro en het bedrijfsoppervlak in m<sup>2</sup>.

Indien een cluster uit een combinatie van panden met verschillende functies bestaat worden de opbrengsten vanuit de diverse functies samengesteld vergeleken met de kosten van de maatregelen-set.

De eenheidsprijzen per strekkende meter maatregel (Mu waarde, inclusief PEAT, incl. btw) zijn in *Tabel 14* weergegeven. Deze eenheidsprijzen zijn ontleend aan een kostenanalyse die is opgesteld voor de meest voorkomende oplossingsituaties in 's-Hertogenbosch welke in Bijlage D is bijgevoegd.

*Tabel 14 Bouwkosten overzicht maatregelen per strekkende meter*

Maatregel [-]	Investeringskosten/m' [€]
Diepwand (10 m diep)	14.200
Diepwand (15 m diep)	17.900
Diepwand (20 m diep)	21.600
Jet-grout wand (13 m diep)	19.600
Jet-grout wand (18 m diep)	24.400
Jet-groutwand (23 m diep)	28.400

De bovengenoemde totale investeringskosten (incl. btw en incl. PEAT-kosten) zijn als basis voor de kostenvergelijking in stap 3 (Multi criteria analyse) gehanteerd.

## 6.5 Algemene beoordeling van maatregelen

### 6.5.1 Bronmaatregelen

De volgende bronmaatregelen zijn beschouwd:

- Ballastmatten
- Verbetering aansluiting bij kunstwerk
- Onderhoud rails
- Onderhoud ballastbed
- Under sleeper pads
- Zettingsvrije plaat
- Betonplaat onder ballastplaat met ballastmat
- LadderTrack
- Wide sleeper track
- Floating slab track
- Spoor voegloos maken
- Wissel verplaatsen
- Betonplaat onder ballastbed met isolatiemateriaal onder dwarsliggers
- Afveren rails met railklemmen op betonplaat
- Geogrid

Een aantal van de bovengenoemde maatregelen maken onderdeel van een “standaard” spoorontwerp. Zo worden “ballastmatten” toegepast bij spoor in ballast op een kunstwerk, wordt “een verbetering van de overgang baan-kunstwerk” standaard gerealiseerd middels de toepassing van overgangplaten en wordt het spoor, waar mogelijk, voegloos uitgevoerd. Daarnaast vindt regulier onderhoud plaats aan rails en ballastbed, waarmee, naast handhaving van het comfort van de reiziger, ook de emissie van trillingen naar de omgeving wordt beperkt.

De onderstaande beschouwing van maatregelen heeft betrekking op het effect van toepassing in die situaties die niet “standaard” in het ontwerp zitten, dan wel tot het regulier onderhoud behoren.

De maatregel “Under sleeper pads” is effectief in het frequentiedomein vanaf 25 Hz en 30 Hz. In deze situatie zijn dominante trillingen vanaf 8 Hz aan de orde. Dat betekent dat deze maatregelen niet geschikt zijn om de reductie in het benodigde frequentiedomein afdoende te faciliteren. Hetzelfde is van toepassing op de maatregel “Afveren rails met railklemmen”.

De maatregel “Zettingsvrije plaat”, is in het algemeen een effectieve maatregel, maar heeft alleen wezenlijke meerwaarde ten opzichte van de maatregel “betonplaat” in een situatie waarbij het baanlichaam is aangelegd op een relatief slappe ondergrond, waarbij zetting van de baan een aandachtspunt is in het onderhoud van het spoor. In het gebied ten noorden van ‘s-Hertogenbosch zou deze maatregel beschouwd kunnen worden. Echter, omdat in dat gebied slechts een tweetal (alleenstaande) afwegingspanden zijn geïdentificeerd, valt deze maatregel op grond van kosten af.

In het gebied vanaf en ten zuiden van ‘s-Hertogenbosch is de zettingsvrije plaat niet wezenlijk effectiever dan een betonplaat, terwijl de oplossing, als gevolg van de benodigde funderingspalen, aanzienlijk duurder is dan de betonplaat. Op basis van de genoemde argumenten is de maatregel “Zettingsvrije plaat” aangemerkt als niet kosten efficiënt en is deze niet verder in beschouwing genomen. Op dit gedeelte wordt de maatregel “Betonplaat” als maatregel beschouwd.

De maatregelen “Floating slab track”, “Ladder track” en “Wide sleeper track”, die weliswaar een substantiële trillingsreductie kunnen opleveren, betreffen spoorconstructies die door ProRail niet zijn vrijgegeven voor toepassing in het spoor. Omdat de proceduretijd van het vrijgave traject lang is, is er geen zekerheid dat deze maatregelen ook daadwerkelijk toegepast kunnen worden. Om die redenen zijn deze maatregelen als niet robuust terzijde gelegd en worden deze niet verder meegenomen.

De maatregelen “Spoor voegloos maken”, “Wissel verplaatsen”, “Betonplaat onder ballastbed met isolatie materiaal onder dwarsliggers”, “Afveren rails met railklemmen op beton plaat”, “Geogrid” zijn niet beschouwd als algemene maatregel in het projectgebied omdat deze maatregelen ofwel geen zekerheid bieden ten aanzien van de te realiseren trillingsreductie ofwel omdat deze praktisch niet inpasbaar in het ontwerp zijn.

Het bovenstaande leidt tot het uitgangspunt dat alleen de optie “Betonplaat onder balastbed met ballastmat” als bronmaatregel wordt beschouwd. Voor een overzicht van de beschreven maatregelen die betrekking hebben op afwijkende spoorconstructies en/of spoorconstructies op een speciale fundering wordt verwezen naar Bijlage C.

## 6.5.2 Maatregel in de overdracht

Tussen spoorconstructie en de ontvanger zijn de volgende type mitigerende maatregelen in de overdracht beschouwd:

- Een ondergronds scherm of sleuf, nader aangeduid als OTC (Ondergronds Trillingswerende Constructie)
- Trilling scherm in de vorm van L-wand in het talud van de aardebaan
- Steiler maken spoortalud
- Spoorsloot/waterpartij

De OTC wanden kunnen worden onderscheiden in wanden met grote stijfheid en massa (ten opzichte van de ondergrond) en wanden met een geringe stijfheid.

De eerste groep omvat wanden die worden gerealiseerd met behulp van in-situ ontgravings en/of grondvermengingstechnieken waarbij beton of grout wordt ingebracht en waardoor, na verharding van het wand-mengsel een stijve wand ontstaat. Een nadere omschrijving van de hiervoor beschikbare technieken is opgenomen in bijlage C.

De tweede groep OTCen omvat de volgende typen:

- Polystyreenscherm in bodem bij een pand (“EPS-wand”)
- OTC open sleuf in bodem
- OTC open sleuf met keerwanden
- OTC beklede keerwand

In Bijlage C zijn de diverse maatregelen in de overdracht schematisch weergegeven.

Voor de OTCen met een grote stijfheid worden alleen de typen “diepwand” en “jet-groutwand” nader in de afweging beschouwd, om de volgende redenen:

- Een wand die volgens de “diepwand”-techniek wordt gerealiseerd heeft een grote stijfheid en zal in de aanwezige ondergrond goed te realiseren zijn, als een continue betonwand.
- Een wand op basis van de techniek “jet-grouting” is realiseerbaar in de ondergrond zoals aangetroffen in het projectgebied. Wel zullen de wandafmetingen (wanddikte en diepte) in vergelijking tot een “diepwand” iets groter zijn om dezelfde effectiviteit als een diepwand te kunnen bereiken. Bovendien kan met deze techniek geen goede wand tot aan maaiveld worden gerealiseerd en zal naar verwachting de bovenste 2 m van de wand na een ontgraving in beton moeten worden opgestort op het gedeelte dat middels jet-grouting is geïnstalleerd. Dit hangt samen met de uitvoeringstechniek van jet-grouten, waarbij onder grote druk (tot 50MPa of hoger) de ondergrond wordt versneden en vermengd met grout. Weliswaar is door sturing in werkdruk de uitvoering op geringe diepte mogelijk, maar de kwaliteit van de aldus te realiseren wand is op dit moment nog onvoldoende onderbouwd met praktijkervaringen (incl. trillingsmetingen). Overigens dient de wand in ieder geval over de bovenste meter tot maaiveld te worden afgewerkt met een in het werk te storten deksloof.
- Een wand op basis van een situ graafmethodiek waarbij tijdens het graven de losgegraven grond wordt vermengd met een groutmengsel (bijvoorbeeld volgens CSM of MIP-methodiek) wordt niet geschikt geacht. Bij deze techniek wordt een wand verkregen met een aanzienlijk lagere stijfheid dan bij de diepwand methodiek. Via indicatieve berekeningen is vastgesteld dat een wand volgens deze techniek een reducerende werking heeft tot maximaal orde 30%, hetgeen daarmee minder dan de helft is van de effectiviteit van een diepwand met dezelfde afmetingen.

De maatregelen van het type OTC wand met lage stijfheid worden geen van alle geschikt geacht om de volgende redenen:

Voor het polystyreen scherm in bodem bij een pand (“EPS-wand”) gelden de volgende overwegingen:

- Onzekerheid over de effectiviteit van de maatregel “EPS-wand” voor dit gebied:  
Er zijn grote reducties benodigd in het projectgebied. De effectiviteit van deze maatregel is op basis van indicatieve modelberekeningen bepaald op maximaal 35%. Echter, de modelberekeningen geven aan dat het invloedsgebied van de maatregel achter de wand beperkt is tot enkele meters. Daardoor is het onzeker dat toepassing van de maatregel aan de buitenzijde van de panden voldoende is om volledige mitigatie te realiseren.
- Bij de indicatieve berekeningen is een benodigde schermdiepte van circa 2 m vastgesteld, Bij deze diepte kan niet worden uitgesloten dat de wand deels beneden de hoogste grondwaterstand ligt. Hierbij is er risico van opdrijven van de wand.
- Onzekerheid van inpasbaarheid en beheersbaarheid van de maatregel “EPS”:  
In de stedelijke gebied van ‘s-Hertogenbosch zal toepassing op grote schaal noodzakelijk zijn bij veel afzonderlijke panden. De inpasning en handhaving van de maatregel, waarbij graafactiviteiten tot beschadiging leiden is lastig (ref [14]). Bovendien is bij toepassing langs aaneengesloten panden met meerdere afzonderlijke eigenaren de afdwingbaarheid van de maatregel waarschijnlijk niet mogelijk waardoor de effectiviteit per afzonderlijk pand niet is te borgen.
- Er is nog onvoldoende ervaring met toepassing, zodat grootschalige toepassing niet is aan te bevelen.

De maatregelen “Trilling scherm L-wand in talud”, “OTC open sleuf in bodem” en “Steiler maken spoortalud” zijn niet beschouwd als algemene maatregel in het projectgebied omdat deze maatregelen ofwel geen zekerheid bieden ten aanzien van de te realiseren trilling reductie, ofwel omdat de inpasbaarheid in omgeving en spoor situatie (‘s-Hertogenbosch) niet mogelijk is.

De maatregel “OTC open sleuf met keerwanden” is in theorie effectief maar het garanderen van een duurzame open sleuf in een bebouwde omgeving is niet realistisch, onder meer doordat dit intensief beheer vereist. Daarom is deze maatregel niet verder opgenomen als een geschikte maatregel.

De maatregel “OTC beklede keerwand” is niet opgenomen als een algemene maatregel. Deze maatregel is tot nu toe in de praktijk alleen toegepast en op effectiviteit beoordeeld in een ondergrondsituatie boven het grondwatervniveau. Er is weliswaar een complexe uitvoeringstechniek voor toepassing onder het grondwatervniveau bekend, maar hiermee zijn nog geen ervaringen. Bovendien vereist toepassing van deze techniek een tijdelijke bouwput met een breedte van enkele meters, die tot de diepte waarop de bekleding aangebracht dient te worden moet worden ontgraven. Dit betekent dat lange (stalen) damwanden ingebracht moeten worden. Het is niet uitgesloten dat dit leidt tot een schaderisico voor de omgeving tijdens de uitvoering. Op basis van de genoemde overwegingen wordt de inzet van deze techniek niet als realistisch beschouwd.

De maatregel “Spoorsloot/waterpartij” is niet meegenomen als een algemene maatregel omdat de reducerende werking van deze maatregel beperkt is en deze maatregel in het stedelijk gebied in zijn algemeenheid niet is in te passen.

Samenvattend wordt geconcludeerd dat voor het project SidB alleen de OTC type stijve wand in de uitvoeringsvormen “diepwand” en “jet-grout-wand” nader in de analyse wordt meegenomen als kansrijke mitigerende maatregelen in de overdracht.

### 6.5.3 Maatregel bij ontvanger

Een deel van de theoretisch denkbare maatregelen heeft betrekking op het aanpassen van panden. Dit betreft de volgende maatregelen:

- Verstijven van houten vloeren: door het vervangen van houtenvloerbalken door bijvoorbeeld stalen balken of het vervangen van houten vloeren door een betonnen vloer wordt gewicht aan de constructie toegevoegd en de stijfheid vergroot. Deze maatregelen zijn doorgaans alleen op de begane grondvloer toepasbaar. Bij toepassing op verdiepingsvloeren zal dit mogelijk gecombineerd moeten worden met het aanpassen van de draagconstructie (wanden).
- Vervangen van niet-dragende binnenwanden door dragende wanden: dit draagt bij tot het verstijven van het pand en daardoor tot een reductie van de trillingen in het pand.
- Verstijving van buitengevels door het aanbrengen van een extra gemetselde wand tegen de gevel heeft naar verwachting een gering effect, omdat de gevel in de meeste gevallen al een stijfheid van betekenis heeft.
- Het vergroten van de stijfheid door het aanbrengen van externe verstijvingen aan het pand ("steunberen"). Omdat dit de beeldkwaliteit van het pand aantast en naar verwachting ook maar een beperkt effect heeft, wordt deze optie niet verder meegenomen.
- Het verzwaren en/of verstijven van de fundering van het pand, bij voorbeeld door het installeren van extra funderingspalen (in geval van een paalfundering) of het aanbrengen van een funderingsplaat onder het gehele pand (bij een op staal gefundeerd pand) kan zeer effectief zijn. Deze maatregel is echter zeer kostbaar.
- Toepassen van een dempende constructie in het pand. Hierbij wordt een verend ondersteund zwaar gewicht in het pand geïnstalleerd. De vergrote massatraagheid en demping karakteristiek van het pand zal de beweging van het pand in theorie verminderen. Deze methodiek is echter voor de meeste panden niet inpasbaar, vanwege het benodigde ruimtebeslag. Bovendien is de methode zeer kostbaar.

De maatregelen "verstijven van vloeren" en "vervangen van niet dragende binnenwanden" worden niet als kansrijk gezien omdat de inpasbaarheid in de bestaande bouwkundige constructie complex zal zijn met als gevolg hoge kosten, ingrijpende constructieve aanpassingen aan de panden en daardoor ingrijpende gevolgen voor de bewoners gedurende de uitvoering van de maatregel (waarschijnlijk kunnen bewoners gedurende enige weken geen gebruik maken van het pand). De kosten van deze maatregelen zijn naar verwachting bovendien hoger dan het richtbedrag per pand (zie paragraaf **Error! Reference source not found.**).

De maatregelen "extra stabiliteitswanden" en "aanbrengen dempende massa" worden vanuit het oogpunt van inpasbaarheid (respectievelijk beeldkwaliteit en ruimtebeslag) niet als realistisch gezien.

Samenvattend wordt dat er bij de ontvanger geen maatregelen beschouwd.

## 7 MAATREGELEN AFWEGING PER CLUSTER

### 7.1 Clustering van afwegingspanden

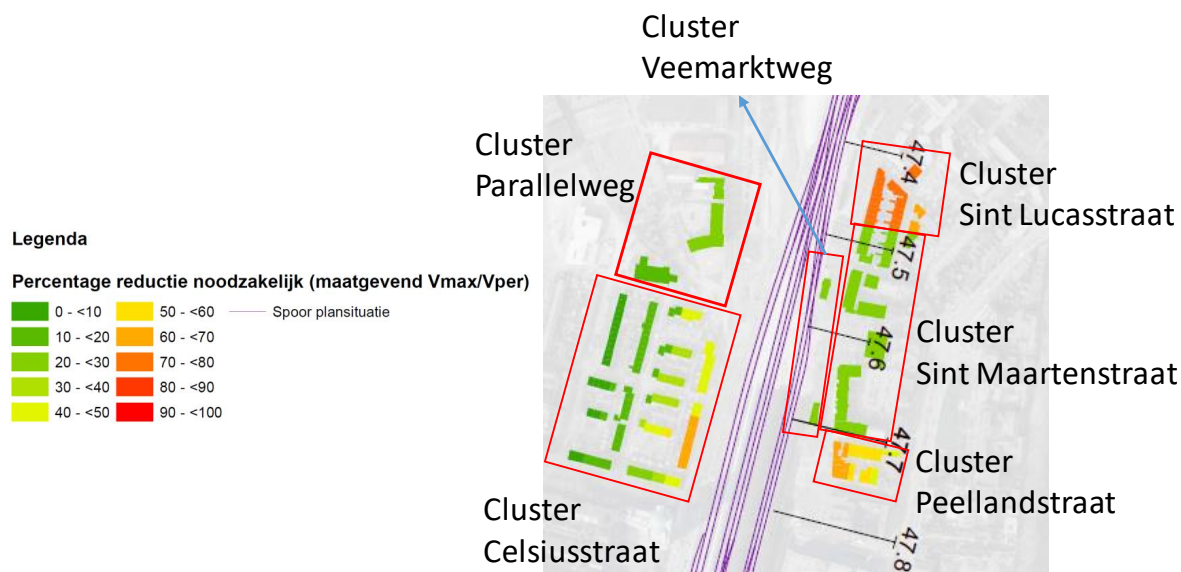
Het gebied 's-Hertogenbosch is verdeeld in zes clusters waarin per cluster een afzonderlijke nadere analyse is uitgevoerd naar de toepasbaarheid van maatregelen.

De aangehouden clusters zijn weergegeven in *Tabel 15*

*Tabel 15 Beschrijving clusters 's-Hertogenbosch Plansituatie*

Nr.	Benaming	Omschrijving
1	Cluster Sint Lucasstraat	De panden liggen aan de oostzijde ter hoogte van de spoormetring km 47,41 tot en met km 47,48
2	Cluster Sint Maartenstraat	De panden liggen aan de oostzijde ter hoogte van de spoormetring km 47,49 tot en met km 47,70
3	Cluster Veemarktweg	De panden liggen aan de oostzijde ter hoogte van de spoormetring km 47,49 tot en met km 47,70 echter op korte afstand van het spoor
4	Cluster Peellandstraat	De panden liggen aan de oostzijde ter hoogte van de spoormetring km 47,71 tot en met km 47,75
5	Cluster Parallelweg	De panden liggen aan de westzijde ter hoogte van de spoormetring km 47,48 tot en met km 47,59
6	Cluster Celsiusstraat	De panden liggen aan de westzijde ter hoogte van de spoormetring km 47,62 tot en met km 47,80

De ligging van de clusters is weergegeven in de onderstaande overzichtskaart.



*Figuur 16 Overzicht clusters 's/Hertogenbosch*



In Tabel 16 is per cluster het aantal afwegingspanden en de vereiste maximale reductie voor de beide trillingsniveaus (Vmax en Vper) weergegeven.

Tabel 16 Omvang clusters en reductie percentages voor maatregelenafweging 's-Hertogenbosch

Nr.	Locaties	Aantal afwegingspanden/ wooneenheden	Vloeroppervlakte overige functies (m <sup>2</sup> )	Vloeroppervlakte per categorie (m <sup>2</sup> )	Max reductie (Vmax) benodigd	Max reductie (Vper) benodigd
1	Cluster Sint Lucasstraat	55/55	N.v.t.	N.v.t.	79%	6%
2	Cluster Sint Maartenstraat	178/178	N.v.t.	N.v.t.	23%	3%
3	Cluster Veemarktweg	2/0	449	Kantoorfunctie: 215 Bijeenkomstruimte:234	23%	0%
4	Cluster Peellandstraat	53/53	N.v.t.	N.v.t.	64%	0%
5	Cluster Parallelweg	13/5	4610	Kantoorfunctie: 2993 Bijeenkomstfunctie: 141 Onderwijsfunctie: 1476	29%	0%
6	Cluster Celsiusstraat	195/195	N.v.t.	N.v.t.	64%	0%

Naast een afweging per cluster zal een beoordeling plaatsvinden van een combinatie van clusters in die situaties waar potentieel effectieve maatregelen een versterkend effect op het naastliggende cluster kunnen hebben, dan wel bijdragen aan een grotere kostendoelmatigheid.

## 7.2 Selectie van effectieve maatregelen

De maatregelen die op basis van de algemene analyse als potentieel toepasbaar zijn aangemerkt voor de verschillende clusters in het gebied 's-Hertogenbosch zijn samengevat in Tabel 17

Tabel 17 Samenvatting van de nader te overwegen trilling mitigerende maatregelen

Locatie	Aan de bron	In de overdracht	Bij ontvanger
's-Hertogenbosch	n.v.t.	OTC-betonscherm in bodem	n.v.t.

Tijdens de eerste afweging van toepasbare maatregelen is per cluster beoordeeld in hoeverre de in bovenstaande tabel genoemde maatregelen geschikt zijn, op basis van effectiviteit (bereiken of benaderen van beoogde reductie), kosten, uitvoerbaarheid en inpasbaarheid.

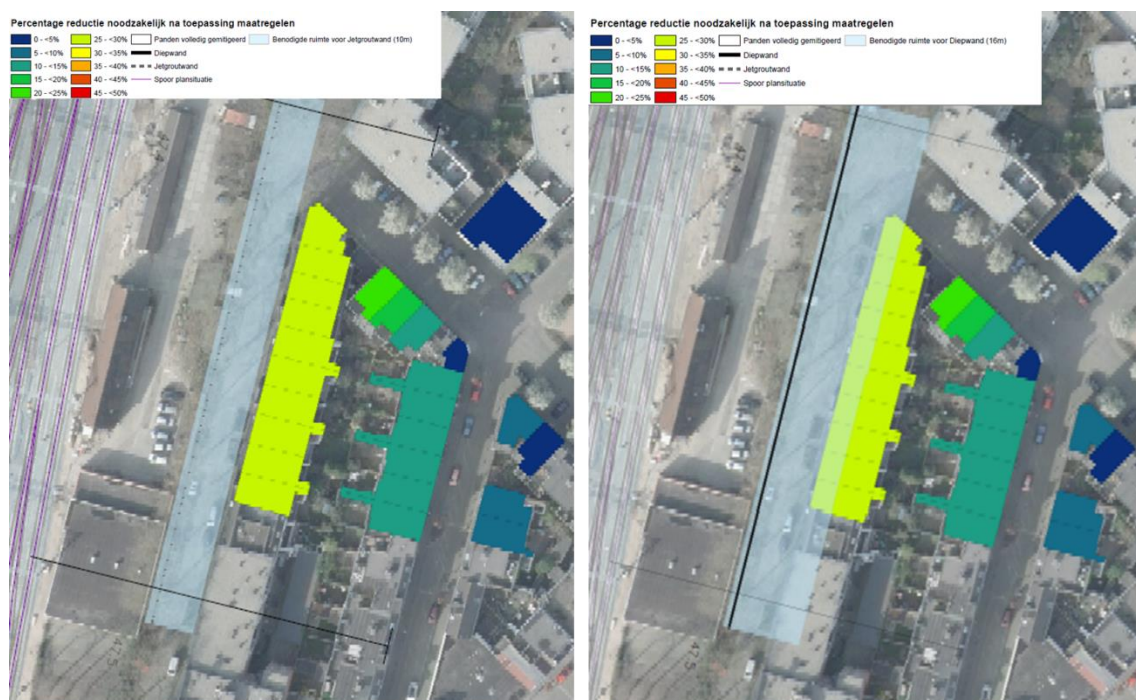
Hierbij wordt de kantekening gemaakt dat alle 6 clusters (uit 7 clusters in totaal) gelegen zijn ter hoogte van het emplacement 's Hertogenbosch. Bij keuze voor maatregelen aan de bron, zullen deze bronmaatregelen onder meerdere sporen (naar verwachting bij meer dan 5 stuks per cluster en plaatselijk onder alle sporen) nodig zijn om voldoende trillingsmitigatie bij de afwegingspanden te realiseren. Het realiseren van deze maatregelen op het emplacement 's-Hertogenbosch is zowel ontwerptechnisch en uitvoeringstechnisch zeer complex en is daardoor extreem kostbaar. Om deze reden worden bronmaatregelen niet als zeer realistisch beschouwd voor de clusters.

## 7.3 Afweging per cluster

### 7.3.1 Cluster Sint Lucasstraat

#### Stap 1: Globale afweging

De overdrachtsmaatregel OTC wand scoort hier goed op effectiviteit en inpasbaarheid. De toepasbaarheid van een diepwand scoort negatief omdat de beschikbare werkruimte niet over de gehele lengte beschikbaar is (zie *Figuur 17*). Een jet-groutwand is wel uitvoerbaar binnen de beschikbare ruimte.



*Figuur 17* Benodigde werkruimte OTC, locatie St Lucasstraat (links "jet-groutwand, rechts "diepwand")

Op basis van het voorgaande wordt voor dit cluster, de maatregel "OTC" als toepasbaar nader beoordeeld. Daarbij worden zowel de variant "diepwand" en de variant "jet-groutwand" nader onderzocht.

#### Stap 2: Nadere verkenning van maatregelen

Onderstaand is het resultaat samengevat van de nadere verkenning van de effectiviteit van de in de vorige stap geformuleerde voorkeursmaatregelen.

Er zijn een drietal maatregelvarianten "OTC beschouwd zowel voor type diepwand en het type jet-groutwand". Het verschil tussen de 3 varianten per type is de toenemende diepte van de wand. Bij het type diepwand is uitgegaan van een wanddikte van 0,5 m. Voor de jet-groutwand is een dikte van 1,5 m aangehouden en is vervolgens een diepte aangehouden die eenzelfde effectiviteit heeft als bij de voorgaande diepwandvariant.

*Toelichting op de gepresenteerde getallen Tabel 18*

De waarden voor de “Max benodigde reductie Vmax” en “Gereduceerde Vmax” weergegeven in de tweede en derde kolom van de tabel hebben betrekking op het maatgevende pand Boschveldweg 349. De gepresenteerde waarde voor de “Max tekort reductie” is het maximum per cluster. Daarbij wordt naar alle individuele panden gekeken. Deze waarde is meestal gelijk aan het verschil tussen de “Max benodigde reductie Vmax” en “Gereduceerde Vmax” voor het maatgevende pand, maar kan ook hoger zijn als het tekort aan reductie bij een andere pand hoger is. Het percentage gemitigeerde afwegingspanden is gebaseerd op het aantal panden voor het cluster dat gemitigeerd is door de maatregel en het totale aantal panden in het cluster.

*Tabel 18 Verkenning van oplossingen Cluster Sint Lucasstraat*

Maatregel	Max benodigd reductie Vmax	Gereduceerde Vmax reductie	Max tekort reductie	Gemitigeerde afwegingspanden	Aantal afwegingspanden
	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]
OTC wand circa 20 m van het spoor diepwand B= 0,5 m, D=10 m	79	47	32	0	0
OTC wand circa 20 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=13 m	79	47	32	0	0
OTC wand circa 20 m van het spoor diepwand B= 0,5 m, D=15 m	79	50	29	15	8
OTC wand circa 20 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=18 m	79	50	29	15	8
OTC wand circa 20 m van het spoor diepwand B= 0,5 m, D=20 m	79	52	26	15	8
OTC wand circa 20 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=23 m	79	52	26	15	8

Onderstaand zijn de conclusies voor de maatregel “OTC” bij Cluster Sint Lucasstraat weergegeven:

- De effectiviteit van de maatregel “OTC” varieert op basis van de diepte van de diepwand.
- Bij toepassing van de jet-grout techniek is een circa 3 m diepere wand nodig dan bij toepassing van de diepwand techniek om dezelfde effectiviteit te realiseren.
- Zoals weergegeven in *Tabel 18* neemt de effectiviteit van de maatregel om de trillingsniveaus te reduceren toe bij grotere diepte van de diepwand tot een diepte van 15 m voor diepwand of 18 m voor jet-

groutwand. Een grotere diepte resulteert niet in een toename van het aantal panden waar voldoende trilling reductie wordt gerealiseerd.

- In geen van de berekende gevallen is volledige mitigatie te realiseren. De oorzaak hiervan is de vereiste zeer hoge reductie van trillingsniveaus.
- De maatregel “diepwand” scoort negatief op uitvoerbaarheid. De benodigde werkruimte voor installeren van de diepwand van circa 16 m is hier niet volledig beschikbaar. Daarom wordt deze maatregel niet verder beschouwd.

### Stap 3: Multicriteria analyse voor maatregel sets

Voor Cluster Sint Lucasstraat worden de onderstaande maatregelen sets nader geanalyseerd:

- Maatregel set 1: De maatregel Jet-groutwand van 13 m diepte en 1,5 m dikte
- Maatregel set 2: De maatregel Jet-groutwand van 18 m diepte en 1,5 m dikte

De maatregel OTC dient in alle gevallen over een lengte van 140 m langs het spoor te worden toegepast om voor het gehele cluster in effect te resulteren (zie bijlage E).

De wand is aangenomen op een afstand van circa 25 m vanuit het spoor en op circa 8 m vanuit de eerstelijns bebouwing. Deze locatie wordt bepaald door de aanwezigheid van bebouwing langs het spoor, waardoor plaatsing dicht bij het spoor niet mogelijk is. De OTC is gepland ter plaatse of nabij de locatie van een waardevolle bomenrij langs de Boschveldweg. Deze bomen zullen niet gehandhaafd kunnen worden ter plaatse van de OTC. Om deze reden scoort de maatregel een “0” op inpasbaarheid.

Tabel 19 Multi criteria analyse maatregelsets Cluster Sint Lucasstraat

criterium	Maatregel set 1: 13 m diepe jet-groutwand	Maatregel set 2: 18m diepe jet-groutwand
Effectiviteit [%]	0	15
Aantal panden gemitigeerd [-]	0 (van 55)	8 (van 55)
Additionele max reductie benodigd [%]	32	29
Inpasbaarheid	0	0
Uitvoerbaarheid	++	++
Onderhoudbaarheid	++	++
Robuustheid	++	++
Kosten [€]	2.744.000	3.416.000
Kosten doelmatigheid [-]	0,00	0,11

Op basis van de Multi criteria analyse worden voor dit cluster de volgende conclusies getrokken:

- Geen van de maatregelen sets voldoet op het aspect effectiviteit.
- Geen van de maatregelen sets voldoet op het aspect kostendoelmatigheid.
- De maatregel “jet-groutwand” scoort positief op uitvoerbaarheid bij een weliswaar enigszins lagere kostendoelmatigheid dan de variant “diepwand”.

Samenvattend voldoet geen van de beschouwde maatregelensets aan de beoordelingscriteria.

Een samenvatting van de afweging is opgenomen in bijlage G. In deze bijlage is tevens een samenvatting opgenomen van de gevoeligheidsanalyse waarin het gevolg is onderzocht van een maatregelenafweging waarbij maatregelen worden afgewogen die resulteren in een toename van  $V_{max}$  van hoogstens 30%, in combinatie met de toetsing van  $V_{per}$  conform Bts.

Uit het overzicht blijkt dat deze benadering voor het cluster St Lucasstraat weliswaar resulteert in een effectieve maatregel, namelijk een jet-groutwand met een diepte van 13 m, maar dat de kostendoelmatigheid weliswaar toeneemt van circa 0 naar iets kleiner dan 1.

Tabel 20 Multi criteria analyse maatregelsets Cluster Sint Lucasstraat (30% regel)

Criterion	Maatregel set 1: 13 m diepe jet-groutwand
Effectiviteit [%]	100
Aantal panden gemitigeerd [-]	55 (van 55)
Additionele max reductie benodigd [%]	0
Inpasbaarheid	0
Uitvoerbaarheid	++
Onderhoudbaarheid	++
Robuustheid	++
Kosten [€]	2.744.000
Kosten doelmatigheid [-]	0,94

## 7.3.2 Cluster Sint Maartenstraat

### Stap 1: Globale afweging

De overdrachtsmaatregel OTC wand scoort hier goed op effectiviteit en inpasbaarheid. Op toepasbaarheid scoren beide typen OTC wand positief omdat er voldoende werkruimte beschikbaar is. Maatregelen bij de ontvanger worden kansarm geacht, gezien het aantal panden, de vereiste mitigatie en de daardoor naar verwachting ingrijpende aanpassingen aan de panden. Dit zal resulteren in een lage kostendoelmatigheid die ver onder het criterium van minimaal 1 ligt.

Op basis van bovenstaande afweging wordt voor dit cluster de maatregel OTC van het type “diepwand” en van het type “jet-groutwand” nader uitgewerkt.

### Stap 2: Nadere verkenning van maatregelen

Uitgegaan is van een OTC op circa 43 m vanuit het spoor. Voor de locatie van het OTC-scherm wordt verwezen naar bijlage E.

Er is een tweetal maatregelvarianten OTC beschouwd zowel voor type diepwand en het type jet-groutwand. Het verschil tussen de 3 varianten per type is de toenemende diepte van de wand. Bij het type diepwand is uitgegaan van een wanddikte van 0,5 m. Voor de jet-groutwand is een dikte van 1,5 m aangehouden en is vervolgens een diepte aangehouden die eenzelfde effectiviteit heeft als bij de voorgaande diepwandvariant.

Onderstaand is het resultaat van de nadere verkenning van oplossingen voor Cluster Sint Maartenstraat weergegeven.

Tabel 21 Verkenning van oplossingen Cluster Sint Maartenstraat

Maatregel	Max benodigd reductie Vmax	Gereduceerde Vmax reductie	Max tekort reductie	Gemitigeerde afwegingspanden	Aantal panden gemitigeerd
	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]
OTC wand circa 43 m van het spoor diepwand B=0,5 m, D=10 m	23	38	3	98	174
OTC wand circa 43 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=13 m	23	38	3	98	174
OTC wand circa 43 m van het spoor diepwand B=0,5 m, D=15 m	23	40	0	100	178
OTC wand circa 43 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=18 m	23	40	0	100	178

*Toelichting op de gepresenteerde getallen in Tabel 21*

- De waarden voor de “Max benodigde reductie Vmax” en “Gereduceerde Vmax” weergegeven in de tweede en derde kolom van de tabel hebben betrekking op het maatgevende pand Sint Maartenstraat 3. De gepresenteerde waarde voor de “Max tekort reductie” is het maximum per cluster. Daarbij wordt naar alle individuele panden gekeken. Deze waarde is meestal gelijk aan het verschil tussen de “Max benodigde reductie Vmax” en “Gereduceerde Vmax” voor het maatgevende pand, maar kan ook hoger zijn als het tekort aan reductie bij een andere pand hoger is. Het percentage gemitigeerde afwegingspanden is gebaseerd op het aantal panden voor het cluster dat gemitigeerd is door de maatregel en het totale aantal panden in het cluster.

Onderstaand zijn de conclusies ten aanzien van effectiviteit van de maatregel “OTC” bij Cluster Sint Maartenstraat weergegeven:

- De effectiviteit van de maatregel “OTC” varieert op basis van de diepte van de wand.
- Bij toepassing van de jet-grout techniek is een circa 3 m diepere wand nodig dan bij toepassing van de diepwand techniek om dezelfde effectiviteit te realiseren.
- Bij een wanddiepte van 15 m voor een diepwand of 18 m voor een jet-groutwand is volledige mitigatie te realiseren.

**Stap 3: Multicriteria analyse voor maatregel sets**

De maatregel diepwand langs het spoor voor cluster Sint Maartenstraat omvat een OTC op 43 m vanuit buitenste spoor over een lengte van 310 m (zie bijlage E).

De volgende maatregelen sets worden beschouwd:

- Maatregel set 1: De maatregel diepwand van 10 m diepte en 0,5 m wanddikte.
- Maatregel set 2: De maatregel diepwand van 15 m diepte en 0,5 m wanddikte.
- Maatregel set 3: De maatregel jet-groutwand van 13 m diepte en 1,5 m wanddikte.
- Maatregel set 4: De maatregel jet-groutwand van 18 m diepte en 1,5 m wanddikte.

De OTC is gepland ter plaatse of nabij de locatie van een waardevolle bomenrij langs de Boschveldweg. Deze bomen zullen niet gehandhaafd kunnen worden ter plaatse van de OTC. Om deze reden scoort de maatregel een "0" op inpasbaarheid

Tabel 22 Multi *criteria* analyse maatregelsets Cluster Sint Maartenstraat

Criterion	Maatregel set 1: 10 m diepe diepwand	Maatregel set 2: 15 m diepe diepwand	Maatregel set 3: 13 m diepe jet- groutwand	Maatregel set 4: 18 m diepe jet- groutwand
Effectiviteit [%]	97%	100%	97%	100%
Aantal panden gemitigeerd [-]	174 (van 178)	178 (van 178)	174 (van 178)	178 (van 178)
Additionele max reductie benodigd [%]	3	0	3	0
Inpasbaarheid [-]	0	0	0	0
Uitvoerbaarheid [-]	+	+	+	+
Onderhoudbaarheid	++	++	++	++
Robuustheid	++	++	++	++
Kosten [€]	4.402.000	5.549.000	6.076.000	7.564.000
Kosten doelmatigheid [-]	1,86	1,51	1,35	1,11

Op basis van de Multi criteria analyse voor het cluster Sint Maartenstraat worden de volgende conclusies worden getrokken:

- Alle beschouwde maatregelen sets voldoen op het aspect kostendoelmatigheid
- De maatregel OTC tot 15 m diepte voor diepwand of 18 m voor jet-groutwand voldoet op het aspect effectiviteit. Hierbij wordt echter in beide gevallen meer dan €1.000.000 aan extra investeringskosten aangewend ten behoeve van 4 extra afwegingspanden.
- De maatregel OTC tot 10 m diepte voor diepwand of 13 m voor jet-groutwand is kostendoelmatig bij een effectiviteit voor 174 van de totaal 178 panden, met een mitigatie "tekort" van 3 % voor deze 4 panden.
- De maatregelen zijn uitvoerbaar. De inpasbaarheid is als matig beoordeeld in verband met de noodzaak om een aantal waardevolle bomen te verwijderen.

Een samenvatting van de afweging is opgenomen in bijlage G. In deze bijlage is tevens een samenvatting opgenomen van de gevoeligheidsanalyse waarin het gevolg is onderzocht van een maatregelenafweging waarbij maatregelen worden afgewogen die resulteren in een toename van Vmax van hoogstens 30%, in combinatie met de toetsing van Vper conform Bts.

Uit het overzicht blijkt dat voor het cluster St Maartenstraat deze benadering geen aanpassingen oplevert.

### 7.3.3 Cluster Veemarktweg

#### Stap 1: Globale afweging

Het cluster Veemarktweg bestaat uit 2 singuliere panden die op korte afstand (minder dan 10 meter) vanuit het spoor liggen. De afstand tussen de beide panden bedraagt meer dan 450 m. De overdrachtsmaatregel OTC wand is hier niet toepasbaar omdat de ruimte tussen spoor en bebouwing gering is (minder dan 10 m). Beide panden hebben uitsluitend uit een begane grond verdieping met een groot vloeroppervlak. Bronmaatregelen bij de ontvanger zijn niet kostendoelmatig. Op basis hiervan is voor Cluster Veemarktweg geconcludeerd dat er geen doelmatige maatregelen inpasbaar zijn.

Een samenvatting van de afweging is opgenomen in bijlage G. In deze bijlage is tevens een samenvatting opgenomen van de gevoeligheidsanalyse waarin het gevolg is onderzocht van een maatregelenafweging waarbij maatregelen worden afgewogen die resulteren in een toename van  $V_{max}$  van hoogstens 30%, in combinatie met de toetsing van  $V_{per}$  conform Bts. Uit het overzicht blijkt dat deze benadering voor het cluster Veemarktweg geen aanpassingen oplevert.

## 7.3.4 Cluster Peellandstraat

### Stap 1: Globale afweging

De overdrachtsmaatregel OTC scoort hier goed op effectiviteit en inpasbaarheid. Op toepasbaarheid scoort de OTC met jet-grout techniek positief omdat er hiervoor voldoende werkruimte beschikbaar is. Voor een OTC aangelegd middels de diepwandtechniek is aan de noordzijde van het cluster onvoldoende ruimte beschikbaar. Aan deze zijde is een kantoorpand gelegen, waar de beschikbare aanleg ruimte wordt beperkt tot circa 13 m. Om deze reden is dit type wand aan de noordzijde van het cluster niet toepasbaar.

### Stap 2: Nadere verkenning van maatregelen

Voor de locatie van de diepwandschermen wordt verwezen naar bijlage E.

Voor de cluster Peellandstraat geldt dat voor alle panden met de functie "wonen" een maximale benodigde reductie van 64% noodzakelijk is. De OTC ligt circa 19 m van het spoor.

Onderstaand is het resultaat van de nadere verkenning van oplossingen voor Cluster Peellandstraat weergegeven.

*Toelichting op de gepresenteerde getallen in Tabel 23:*

- De waarden voor de "Max benodigde reductie  $V_{max}$ " en "Gereduceerde  $V_{max}$ " weergegeven in de tweede en derde kolom van Tabel 23 hebben betrekking op het maatgevende pand Boschveldweg 33. De gepresenteerde waarde voor de "Max tekort reductie" is het maximum per cluster. Daarbij wordt naar alle individuele panden gekeken. Deze waarde is meestal gelijk aan het verschil tussen de "Max benodigde reductie  $V_{max}$ " en "Gereduceerde  $V_{max}$ " voor het maatgevende pand, maar kan ook hoger zijn als het tekort aan reductie bij een andere pand hoger is. Het percentage gemitigeerde afwegingspanden is gebaseerd op het aantal panden voor het cluster dat gemitigeerd is door de maatregel en het totale aantal panden in het cluster.

Tabel 23 Verkenning van oplossingen Cluster Peellandstraat

Maatregel	Max benodigd reductie $V_{max}$	Gereduceerde $V_{max}$ reductie	Max tekort reductie	Gemitigeerde afwegingspanden	Aantal gemitigeerde afwegingspanden
[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]
OTC circa 19 m van het spoor diepwand B= 0,5 m, D=10 m	64	47	18	40	21
OTC circa 19 m van het spoor jet-groutwand	64	47	18	40	21



B=1,5 m, D=13 m					
OTC circa 19 m van het spoor diepwand B= 0,5 m, D=15 m	64	51	15	45	24
OTC circa 19 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=18 m	64	51	15	45	24
OTC circa 19 m van het spoor diepwand B= 0,5 m, D=20 m	64	53	11	60	32
OTC circa 19 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=23 m	64	53	11	60	32

Onderstaand zijn de conclusies voor de maatregel "OTC" bij Cluster Peellandstraat weergegeven:

- De effectiviteit van de maatregel "OTC" varieert op basis van de wanddiepte.
- Bij toepassing van de jet-grout techniek is een circa 3 m diepere wand nodig dan bij toepassing van de diepwand techniek om dezelfde effectiviteit te realiseren.
- In geen van de berekende gevallen is volledige mitigatie te realiseren.

### **Stap 3: Multicriteria analyse voor maatregel sets**

Voor Cluster Peellandstraat worden de onderstaande maatregelen sets beschouwd:

- Maatregel set 1: De maatregel jet-groutwand van 13 m diepte en 1,5 m dikte
- Maatregel set 2: De maatregel jet-groutwand van 18 m diepte en 1,5 m dikte
- Maatregel set 3: De maatregel jet-groutwand van 23 m diepte en 1,5 m dikte

De totale lengte van de OTC is circa 90 m en ligt op circa 19 m vanuit het spoor en aan de noordkant loopt deze geknikt om het pand van cluster Veemarktweg heen.

De OTC is gepland ter plaatse of nabij de locatie van een drietal bomen langs de Boschveldweg. Deze bomen zullen niet gehandhaafd kunnen worden ter plaatse van de OTC. Om deze reden scoort de maatregel een "+" op inpasbaarheid

Tabel 24 Multi criteria analyse maatregelsets Cluster Peellandstraat

criterium	Maatregel set 1: 13 m diepe jet-groutwand	Maatregel set 2: 18 m diepe jet-groutwand	Maatregel set 3: 23 m diepe jet-groutwand
Effectiviteit [%]	40%	45%	60%
Aantal panden gemitigeerd [-]	21 (van 53)	24 (van 53)	32 (van 53)
Additionele max reductie benodigd [%]	18	15	11
Inpasbaarheid [-]	+	+	+
Uitvoerbaarheid [-]	++	++	++
Onderhoudbaarheid	++	++	++
Robuustheid	++	++	++
Kosten [€]	1.764.000	2.196.000	2.556.000
Kosten doelmatigheid [-]	0,56	0,51	0,59

Op basis van de multicriteria analyse voor Cluster Peellandstraat te 's-Hertogenbosch worden de volgende conclusies worden getrokken:

- Geen van de maatregelen sets voldoet voor alle panden op het aspect effectiviteit.
- Geen van de maatregelen set met jet-groutwand voldoen op het aspect kostendoelmatigheid.

Een samenvatting van de afweging is opgenomen in bijlage G. In deze bijlage is tevens een samenvatting opgenomen van de gevoeligheidsanalyse waarin het gevolg is onderzocht van een maatregelenafweging waarbij maatregelen worden afgewogen die resulteren in een toename van  $V_{max}$  van hoogstens 30%, in combinatie met de toetsing van  $V_{per}$  conform Bts.

Uit de analyse blijkt dat bij het cluster Peellandstraat de doelwaarden worden bereikt met een 13m diepe jet-groutwand, met als bijkomend gevolg een toename van de kostendoelmatigheid tot boven 1, zoals in de onderstaande tabel weergegeven:

Tabel 25 Multi criteria analyse maatregelsets Cluster Peellandstraat (30% regel)

criterium	Maatregel set 1: 13 m diepe jet-groutwand
Effectiviteit [%]	100%
Aantal panden gemitigeerd [-]	53 (van 53)
Additionele max reductie benodigd [%]	0
Inpasbaarheid [-]	+
Uitvoerbaarheid [-]	++
Onderhoudbaarheid	++
Robuustheid	++
Kosten [€]	1.764.000
Kosten doelmatigheid [-]	1,41

### 7.3.5 Combinatie clusters oostzijde

In de paragrafen 7.3.1 tot en met 7.3.4 is de maatregelenafweging voor de afzonderlijke clusters ten oosten van het emplacement station 's Hertogenbosch weergegeven.

In deze paragraaf wordt aanvullend onderzocht in hoeverre een combinatie van maatregelen van clusters tot een andere afweging leidt ten aanzien van de aspecten effectiviteit en kostendoelmatigheid, dan wel of door koppeling van maatregelen een aanpassing van de te treffen maatregelen zoals beschreven per afzonderlijk cluster mogelijk is. In zowel cluster Sint Lucasstraat als cluster Peellandstraat wordt alleen de maatregel jet-grout-wand als overdrachtsmaatregel mogelijk geacht, waarbij een kostendoelmatige oplossing wordt verkregen bij hantering van de 30% aanpak.

Voor de combinatie van de clusters is uitgegaan van een doorgaande OTC, die echter voor de delen ten behoeve van de St Lucasstraat en Peellandstraat bestaat uit een jet-groutwand en een diepwand voor het gedeelte St Maartenstraat. In de detailleringfase kan als optimalisatie worden onderzocht of toepassing van een doorgaande jet-groutwand, met ter plaatse van het cluster St Maartenstraat een wanddiepte van 18 m een hogere kostendoelmatigheid heeft met eenzelfde effectiviteit.

Onderscheidend is dat deze combinatie wand voor de clusters Sint Lucasstraat en Peellandstraat de toenames mitigeert tot maximaal 30 procent voor  $V_{max}$ , terwijl voor het cluster Sint Maartenstraat de mitigatie volledig aan de doelwaarden van de Bts voldoet.

Het aantal panden met volledige mitigatie zal bij de gecombineerde wand niet afwijken van het totaal van het aantal gemitigeerde panden bij een afzonderlijke maatregel per cluster. Dat betekent dat het aantal gemitigeerde panden  $53+178+55 = 286$  stuks is ten opzichte van een totale omvang van het gecombineerde cluster van 286 panden, ofwel een effectiviteit van 100%.

De lengte van deze gecombineerde wand zal circa 410 m bedragen.

De OTC is gepland ter plaatse of nabij de locatie van een waardevolle bomenrij langs de Boschveldweg. Deze bomen zullen niet gehandhaafd kunnen worden ter plaatse van de OTC.

De investeringskosten van deze oplossing bedragen €7.730.000, en daarmee is de berekende kostendoelmatigheid 1,74. Het voorgaande betekent dat de maatregel voor het gecombineerde cluster Sint Lucasstraat, Sint Maartenstraat en Peellandstraat kostendoelmatig is.

In Bijlage E is de combinatie van de maatregelen die zijn beschouwd weergegeven. Opgemerkt wordt dat in de combinatiekaart het effect is weergegeven ten opzichte van de maximaal beoogde mitigatie conform Bts.

### 7.3.6 Cluster Parallelweg

#### **Stap 1: Globale afweging**

De overdrachtsmaatregel OTC scoort hier goed op effectiviteit en inpasbaarheid. Op toepasbaarheid scoren beide typen OTC positief omdat er voldoende werkruimte beschikbaar is. Maatregelen bij de ontvanger worden kansarm geacht, gezien het aantal betrokken panden, de vereiste mitigatie en de daardoor naar verwachting ingrijpende aanpassingen aan de panden. Dit zal resulteren in een lage kostendoelmatigheid die ver onder het criterium van minimaal 1 ligt.

Op basis van het voorgaande wordt voor dit cluster alleen de maatregel OTC als kansrijk nader beschouwd.

#### **Stap 2: Nadere verkenning van maatregelen**

Voor het cluster Parallelweg is een reductie voor  $V_{max}$  aan de orde, met een maximale benodigde reductie van 29%. Onderstaand is het resultaat van de nadere verkenning van oplossingen voor dit cluster weergegeven.

*Toelichting op de gepresenteerde getallen in Tabel 26:*

- De waarden voor de "Max benodigde reductie  $V_{max}$ " en "Gereduceerde  $V_{max}$ " weergegeven in de tweede en derde kolom van de tabel hebben betrekking op het maatgevende pand Parallelweg 53. De

gepresenteerde waarde voor de “Max tekort reductie” is het maximum per cluster. Daarbij wordt naar alle individuele panden gekeken. Deze waarde is meestal gelijk aan het verschil tussen de “Max benodigde reductie Vmax” en “Gereduceerde Vmax” voor het maatgevende pand, maar kan ook hoger zijn als het tekort aan reductie bij een andere pand hoger is. Het percentage gemitigeerde afwegingspanden is gebaseerd op het aantal panden voor het cluster dat gemitigeerd is door de maatregel en het totale aantal panden in het cluster.

Tabel 26 Verkenning van oplossingen Cluster Parallelweg

Maatregel	Max benodigd reductie Vmax	Gereduceerde Vmax reductie	Max tekort reductie	Gemitigeerde afwegingspanden	Oppervlakte gemitigeerd/ Gemitigeerde afwegingspanden
[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[m <sup>2</sup> ] / [-]
OTC circa 5 m van het spoor diepwand B= 0,5 m, D=10 m	29	64	0	100	4610 / 5
OTC circa 5 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=13 m	29	64	0	100	4610 / 5

Onderstaand zijn de conclusies voor de maatregel “OTC-” bij Cluster Parallelweg weergegeven:

- Als gevolg van de korte afstand tot de sporen is de effectiviteit van een “diepwand” bij een relatief korte wanddiepte van 10 m of een “jet-groutwand” met een wanddiepte van 13 m voldoende om volledige mitigatie te realiseren.

### Stap 3: Multicriteria analyse voor maatregel sets

Voor Cluster Parallelweg worden de onderstaande maatregelen sets voorgesteld:

- Maatregel set 1: De maatregel diepwand van 10 m diepte en 0,5 m dikte.
- Maatregel set 2: De maatregel jet-groutwand van 13 m diepte en 1,5 m dikte.

De totaal lengte van de benodigde OTC is ongeveer 260 m (zie bijlage E).

Tabel 27 Multi criteria analyse maatregelsets Cluster Parallelweg

Criterion	Maatregel set 1: 10 m diepe diepwand	Maatregel set 2: 13 m diepe jet-groutwand
Effectiviteit [%]	100	100
Aantal panden gemitigeerd [-]	5 (van 5)	5 (van 5)
Oppervlakte gemitigeerd [m <sup>2</sup> ]	4610 (van 4610)	4610 (van 4610)
Additionele max reductie benodigd [%]	0	0
Inpasbaarheid	++	++
Uitvoerbaarheid	+	++
Onderhoudbaarheid	++	++
Robuustheid	++	++
Kosten [€]	3.962.000	5.096.000
Kosten doelmatigheid	0,13	0,09

Bij uitvoering van de OTC als diepwand zal, in verband met de benodigde werkruimte, de oostelijke wegverharding van de Parallelweg volledig en de westelijke wegverharding gedeeltelijk tijdelijk afgezet moet worden en daardoor niet beschikbaar zijn voor het verkeer. In geval van toepassing van de jet-grout techniek zal naar verwachting maximaal één rijstrook van de oostelijke wegverharding tijdelijk afgesloten moeten worden voor het verkeer. Om deze reden scoort de maatregelset 1 op het aspect "uitvoerbaarheid" lager dan maatregelset 2

Op basis van de multicriteria analyse voor Cluster Parallelweg kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De beschouwde maatregel sets voldoen op het aspect effectiviteit
- De beschouwd maatregel sets voldoen niet op het aspect kostendoelmatigheid

Een samenvatting van de afweging is opgenomen in bijlage G. In deze bijlage is tevens een samenvatting opgenomen van de gevoeligheidsanalyse waarin het gevolg is onderzocht van een maatregelenafweging waarbij maatregelen worden beschouwd die resulteren in een toename van Vmax van hoogstens 30%, in combinatie met de toetsing van Vper conform Bts.

Uit het overzicht blijkt dat deze benadering voor het cluster Parallelweg geen aanpassingen oplevert.

### 7.3.7 Cluster Celsiusstraat

#### Stap 1: Globale afweging

De overdrachtsmaatregel OTC wand scoort hier goed op effectiviteit en inpasbaarheid. Op toepasbaarheid scoren beide typen OTC wand positief omdat er voldoende werkruimte beschikbaar is. Maatregelen bij de ontvanger worden kansarm geacht, gezien het aantal panden, de vereiste mitigatie en de daardoor naar verwachting ingrijpende aanpassingen aan de panden. Dit zal resulteren in een lage kostendoelmatigheid die ver onder het criterium van minimaal 1 ligt.

Op basis van het voorgaande wordt voor dit cluster alleen de maatregel OTC als kansrijk nader beschouwd.

## Stap 2: Nadere verkenning van maatregelen

In het cluster Celsiusstraat hebben alle panden de functie “wonen” en is de maximale benodigde reductie 64%.

Onderstaand is het resultaat van de nadere verkenning van oplossingen OTC wand type diepwand en type jet-groutwand voor Cluster Celsiusstraat weergegeven.

Toelichting op de gepresenteerde getallen in Tabel 28:

- De waarden voor de “Max benodigde reductie Vmax” en “Gereduceerde Vmax” weergegeven in de tweede en derde kolom van *Tabel 28* hebben betrekking op het maatgevende pand Parallelweg 114. De gepresenteerde waarde voor de “Max tekort reductie” is het maximum per cluster. Daarbij wordt naar alle individuele panden gekeken. Deze waarde is meestal gelijk aan het verschil tussen de “Max benodigde reductie Vmax” en “Gereduceerde Vmax” voor het maatgevende pand, maar kan ook hoger zijn als het tekort aan reductie bij een andere pand hoger is. Het percentage gemitigeerde afwegingspanden is gebaseerd op het aantal panden voor het cluster dat gemitigeerd is door de maatregel en het totale aantal panden in het cluster.

Tabel 28 Verkenning van oplossingen Cluster Celsiusstraat

Maatregel	Max benodigd reductie Vmax	Gereduceerde Vmax reductie	Max tekort reductie	Gemitigeerde afwegingspanden	Aantal gemitigeerde afwegingspanden
[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]
OTC circa 5 m van het spoor diepwand B=0,5 m, D=10 m	64	61	3	98	191
OTC circa 5 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=13 m	64	61	3	98	191
OTC circa 5 m van het spoor diepwand B=0,5 m, D=15 m	64	62	2	99	193
OTC circa 5 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=18 m	64	62	2	99	193
OTC circa 5 m van het spoor diepwand B=0,5 m, D=20 m	64	65	0	100	195
OTC circa 5 m van het spoor jet-groutwand B=1,5 m, D=23 m	64	65	0	100	195

Onderstaand zijn de conclusies voor de maatregel “diepwand” bij Cluster Celsiusstraat weergegeven:

- Volledige mitigatie is te realiseren met een 20 m diepe diepwand of 23 m diepte jet-groutwand op 5 m vanuit het buitenste spoor.
- Met een 15 m diepe diepwand of 18 m diepte jet-groutwand op 5 m vanuit het buitenste spoor, is er alleen sprake van overschrijden van 2 panden met benodigde reductie van minder dan 2% en 1%.

### Stap 3: Multicriteria analyse voor maatregel sets

Voor Cluster Celsiusstraat worden de onderstaande maatregelen set nader beschouwd:

- Maatregel set 1: De maatregel diepwand van 15 m diepte en 0,5 m dikte
- Maatregel set 2: De maatregel diepwand van 20 m diepte en 0,5 m dikte
- Maatregel set 3: De maatregel jet-groutwand van 18 m diepte en 1,5 m dikte
- Maatregel set 4: De maatregel jet-groutwand van 18 m diepte en 1,5 m dikte

De totale lengte van de OTC is ongeveer 290 m (zie bijlage E) op een afstand van 5 m vanuit het spoor.

Tabel 29 Multi criteria analyse maatregelsets Cluster Celsiusstraat

criterium	Maatregel set 1: 15 m diepe diepwand	Maatregel set 2: 20 m diepe diepwand	Maatregel set 3: 18 m diepe jet- groutwand	Maatregel set 4: 23 m diepe jet- groutwand
Effectiviteit [%]	99	100	99	100
Aantal panden gemitigeerd [-]	193 (van 195)	195 (van 195)	193 (van 195)	195 (van 195)
Additionele max reductie benodigd [%]	<2	0	<2	0
Inpasbaarheid	++	++	++	++
Uitvoerbaarheid	+	+	++	++
Onderhoudbaarheid	++	++	++	++
Robuustheid	++	++	++	++
Kosten [€]	5.191.000	7.076.000	6.264.000	8.236.000
Kosten doelmatigheid [-]	1,75	1,28	1,46	1,11

Bij uitvoering van de OTC als diepwand zal, in verband met de benodigde werkruimte, de oostelijke wegverharding van de Parallelweg volledig en de westelijke wegverharding gedeeltelijk, tijdelijk afgezet moet worden en daardoor niet beschikbaar zijn voor het verkeer. In geval van toepassing van de jet-grout techniek zal naar verwachting maximaal één rijstrook van de oostelijke wegverharding tijdelijk afgesloten moeten worden voor het verkeer. Om deze reden scoort de maatregelsets 1 en 2 op het aspect “uitvoerbaarheid” lager dan maatregelsets 3 en 4.

Op basis van de multicriteria analyse voor Cluster Celsiusstraat te ‘s-Hertogenbosch kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Alle maatregelen sets voldoen (nagenoeg) op het aspect effectiviteit.
- Alle maatregelen sets voldoen op het aspect kostendoelmatigheid.

Een samenvatting van de afweging is opgenomen in bijlage G. In deze bijlage is tevens een samenvatting opgenomen van de gevoeligheidsanalyse waarin het gevolg is onderzocht van een maatregelenafweging waarbij maatregelen worden afgewogen die resulteren in een toename van  $V_{max}$  van hoogstens 30%, in combinatie met de toetsing van  $V_{per}$  conform Bts.

Uit het overzicht blijkt dat bij het cluster Celsiusstraat de doelwaarden worden bereikt met een circa 5 m

kortere OTC met als gevolg een verdere toename van de kostendoelmatigheid, zoals in de onderstaande tabel weergegeven:

Tabel 30 Multi criteria analyse maatregelsets Cluster Celsiusstraat (30% regel)

criterium	Maatregel set 1: 10 m diepe diepwand	Maatregel set 2: 13 m diepe jet-groutwand
Effectiviteit [%]	100	100
Aantal panden gemitigeerd [-]	195 (van 195)	195 (van 195)
Additionele max reductie benodigd [%]	0	0
Inpasbaarheid	++	++
Uitvoerbaarheid	+	+
Onderhoudbaarheid	++	++
Robuustheid	++	++
Kosten [€]	4.118.000	5.684.000
Kosten doelmatigheid [-]	2,23	1,61

### 7.3.8 Combinatie clusters westzijde

Bij de beide clusters Parallelweg en Celsiusstraat wordt uitgegaan van een oplossing met de OTC op 5 m van het spoor. Bij combinatie van de beide clusters is daarom een maatregel OTC met een totale lengte van circa 480 m noodzakelijk (als conservatieve benadering is 265 langs het cluster Celsiusstraat en 215 m langs het cluster Parallelweg). De gecombineerde maatregel die wordt beschouwd, bestaat uit een OTC op circa 5 m uit het spoor, met een wanddiepte van circa 10 m diepwand of 13 m jet-groutwand langs cluster Parallelweg en van circa 15 m diepwand of 18 m jet-groutwand m langs cluster Celsiusstraat.

De investeringskosten zijn in dat geval € 7.796.500 en € 10.680.000 met respectievelijk diepwand en jet-groutwand techniek en de kostendoelmatigheid voor dit combinatie-cluster is dan 1,24 en 0,90 met respectievelijk diepwand en jet-groutwand techniek. De kaart voor de locatie van de gecombineerde OTC is in bijlage E weergegeven.

## 7.4 Samenvattende maatregelenafweging eindsituatie

Op grond van de afweging die per cluster is gemaakt, wordt de volgende samenvattende beoordeling gemaakt voor het beschouwde gebied in 's Hertogenbosch en gebaseerd op de beoordeling op effectiviteit en kostendoelmatigheid van maatregelen en maatregelen-sets die op de overige in beschouwing genomen aspecten positief scoren. Indien meerdere maatregelen of -sets effectief zijn, maar geen van de sets een kostendoelmatigheid groter dan 1 heeft, wordt uitsluitend de maatregel(set) vermeld met de hoogste kostendoelmatigheid. Indien gekozen is voor de toepassing van de 30% mitigatieregule is dit als opmerking in de laatste kolom van de tabel opgenomen.



Tabel 31 Samenvatting maatregelenafweging

No	Cluster	Maatregelset	Effectiviteit (%)	Kosten-doelmatigheid (-)	Opmerking
1	Sint Lucasstraat	Jet-groutwand, 18 m diep	15	0,13	
2	Sint Maartenstraat	Diepwand, 15 m diep	100	1,73	
		Jet-groutwand, 18 m diep	100	1,27	
3	Veemarktweg	n.v.t.	n.v.t	n.v.t.	
4	Peellandstraat	Jetgroutwand, 23 m diep	60	0,59	
	Combinatie 1,2,4	Jet-groutwand 13 m, diepwand 15m	100	1,74	Betreft 30% regel mitigatie voor cluster 1 en 4
5	Parallelweg	Diepwand, 10 m diep	100	0,13	
		Jet-groutwand, 13 m diep	100	0,09	
6	Celsiusstraat	Diepwand, 15 m diep	Circa 100	1,75	
		Jet-groutwand, 18 m diep	Circa 100	1,46	
	Combinatie 6,7	Diepwand, 10/15 m diep	Circa 100	1,24	
		Jet-groutwand, 18/23 m diep	Circa 100	0,90	

- De maatregel “diepwand” is kostendoelmatig voor de clusters Sint Maartenstraat en Celsiusstraat en daarbij volledig effectief.
- Voor de overige clusters, indien deze afzonderlijk worden beschouwd, is geen kostendoelmatige maatregel vastgesteld.
- Combinatie van de clusters Sint Lucasstraat, Sint Maartenstraat en Peellandstraat aan de oostzijde van het station, met daarbij mitigatie tot 30% toename voor de clusters Sint Lucasstraat en Peellandstraat en volledige mitigatie conform BTS voor de Sint Maartenstraat resulteert in een effectieve en kostendoelmatige maatregel. Wel zal hierbij een waardevolle bomenrij langs de Boschveldweg niet gehandhaafd kunnen worden.
- Aan de westzijde van het emplacement resulteert een integrale beschouwing van een OTC met diepwand voor alle afwegingspanden tot een effectieve en kostendoelmatige maatregel. Met jet-grout techniek leidt dit tot een weliswaar effectieve maar geen kostendoelmatige maatregel.

Een samenvatting van de afweging is opgenomen in bijlage G.

Op basis van de maatregelenafweging voor het projectgebied Sporen in Den Bosch worden op basis van de uitgevoerde analyse de maatregelen voorgesteld zoals weergegeven in Tabel 32.

Tabel 32 Samenvatting te treffen trilling-mitigerende maatregelen Sporen in Den Bosch

Gebied	Van km	Tot km	Wandtype	Wand-diepte	Wand-lengte	Wand-dikte	Opmerking
's-Hertogenbosch	47,37	47,51	Jetgroutwand	13 m	140 m	1,5 m	
's-Hertogenbosch	47,51	47,69	Diepwand	15 m	180 m	0,5 m	In uitwerkingsfase is optimalisatie in wandtype met diepte tot 18 m en wanddikte tot 1,5 m mogelijk
's-Hertogenbosch	47,69	47,77	Jet-groutwand	13 m	90 m	1,5 m	
's-Hertogenbosch	47,36	47,575	Diepwand	10 m	215 m	0,5 m	In uitwerkingsfase is optimalisatie in wandtype met diepte tot 13 m en wanddikte tot 1,5 m mogelijk
's-Hertogenbosch	47,575	47,84	Diepwand	15 m	265 m	0,5 m	In uitwerkingsfase is optimalisatie in wandtype met diepte tot 18 m en wanddikte tot 1,5 m mogelijk

De maatregelen uit Tabel 32 worden voorgesteld vanuit de opleveringstoets in het kader van het Tracébesluit Sporen in Den Bosch. De juridische procedure alsook de realisatie van dit tracébesluit is inmiddels afgerond. Het plangebied van het Tracébesluit Sporen in Den Bosch inclusief het gebied waarin de maatregelen uit bovenstaande Tabel 32 zijn voorzien, maakt ook onderdeel uit van het plangebied van de separate planstudie voor het project Programma Hoogfrequent Spoorvervoer (PHS) Meteren – Boxtel die momenteel wordt uitgevoerd. Borging van de maatregelen die uit voorliggende opleveringstoets volgen, vindt daarom plaats in het Tracébesluit PHS Meteren – Boxtel, waarin voornoemde maatregelen onverkort als te treffen maatregelen worden opgenomen.

## 8 SAMENVATTING

In november 2015 is conform de vaststelling in het Tracébesluit Sporen in Den Bosch (SiDB) een nameting uitgevoerd op een tweetal panden langs het emplacement in 's Hertogenbosch. Tevens zijn bij deze meting middels radaropname en camerabeelden gegevens verzameld waarmee spoorpassage en passagesnelheid zijn vastgelegd. Uit de metingen en vergelijking van de metingen met de voormeting in beide panden, uitgevoerd in 2012, blijkt het volgende:

- Bij het pand Maijweg 23 is de trillingssterkte  $v_{maxBts}$  van 0,20 (in de voormeting) gedaald naar 0,18 (in de nameting). Op basis hiervan kan worden gesteld dat het project Sporen in Den Bosch op deze locatie geen of een licht positief effect heeft gehad.
- Bij de panden Boschveldweg 39-83 is er tussen voor- en nameting een toename van  $v_{maxBts}$  van 0,15 naar 0,23 geconstateerd. Dit betekent een toename met een factor 1,5, en met in acht name van de reproduceerbaarheidfactor een toename met een factor 1,8 ( $v_{maxBts} = 0,27$ ). Deze toename is groter dan de geprognosticeerde stijging in het tracébesluit [ref 5] van een factor 1,2 (met een kans van 20% dat deze meer dan 1,3 is).
- Op het buitenste spoor aan de oostzijde van het emplacement zijn goederentreinen gepasseerd met een snelheid die gelijk is aan de ontwerpsnelheid voor de plansituatie uit tracébesluit Sporen in Den Bosch.
- Aan de westzijde van het emplacement zijn op het buitenste spoor 8 geen treinen met een snelheid conform het Tracébesluit gepasseerd, maar bedroeg de maximale snelheid 71 km/uur (versus plansnelheid 80 km/uur). Op het naast gelegen spoor (spoor 7) is de geplande rijsnelheid van de goederentreinen wel tijdens de meting vastgesteld. Hierdoor is dit spoor maatgevend geworden in de prognose.

Op basis van de resultaten van de voor- en nameting en uitgangspunten zoals destijds gehanteerd in het onderzoek voor het Tracébesluit, is de verandering van de trillingssterkte als van het project Sporen in Den Bosch nader gemodelleerd.

Uit de vergelijking van de modelberekeningen, voor respectievelijk referentiesituatie 2009 en de plansituatie en de daarmee uitgevoerde toetsing aan de Bts, volgt:

- Op verschillende locaties langs het zuidelijk tracédeel in 's-Hertogenbosch worden de  $V_{max}$  en  $V_{per}$  waarden overschreden. In alle gevallen is de overschrijding van de  $V_{max}$  maatgevend.
- Op de volgende locaties wordt voldaan aan de Bts-tijdswaarden:
  - Magistratenlaan/Bordeslaan (km 48.0 – km 48.6): In dit gedeelte wordt volgens de berekeningen voldaan aan de grenswaarden volgens Bts, ook al is er een stijging van de trillingssterkte van meer dan 30%.
  - Maijweg (km 48.0 – km 48.8): Hier is op basis van de nu uitgevoerde berekening, geen sprake van een toename van de trillingssterkte, terwijl er volgens het Tracébesluit een toename van orde 20% werd verwacht.
- Op de volgende locaties wordt niet voldaan aan de Bts toetswaarden:
  - Parallelweg (km 47.4 t/m 47.8). Uit het Tracébesluit Sporen in Den Bosch blijkt dat een stijging van 30% van de trillingssterkte werd verwacht. De nu berekende stijging is 70% tot 90%. Het verschil in stijging ten opzichte van het tracébesluit is een gevolg van de gemeten verhoging van de trillingssterkte in de nameting aan de Boschveldweg.
  - Aan de westzijde van het emplacement is uit de nameting gebleken dat er op het meest westelijke spoor nog niet wordt gereden met de geplande snelheid van 80 km/uur. Indien de rijsnelheid van goederentreinen nog toeneemt tot 80 km/uur zal dit tot gevolg hebben dat de trillingssterkte hier ten opzichte van de op basis van de nameting berekende trillingssterkte nog stijgt met circa 10 %.
  - Boschveldweg (km 47.2 – km 47.8): Op basis van de nameting behorend bij Tracébesluit SiDB is nu voor dit gebied een verhoging van de trillingssterkte bepaald van circa 50%. Volgens de modelanalyse, waarbij de reproduceerbaarheid in de voorspelling is verwerkt, is de maximale toename in dit gebied circa 80 %. Dit is een aanzienlijk grotere toename dan in het Tracébesluit was opgenomen.

Conform Bts is een maatregelenafweging uitgevoerd voor de panden waarvoor niet wordt voldaan aan de toets-criteria. Hierbij is vastgesteld dat er twee locaties zijn waar een trilling-mitigerende maatregel in de vorm van OTC effectief, kostendoelmatig en inpasbaar is. Dit betreft de combinatie van de clusters Sint Lucasstraat, Sint Maartenstraat en Peellandstraat aan de oostzijde van het station, met daarbij mitigatie tot 30% toename voor de clusters Sint Lucasstraat en Peellandstraat en volledige mitigatie conform BTS voor de Sint Maartenstraat. Hierbij zal een waardevolle bomenrij langs de Boschveldweg niet gehandhaafd kunnen worden.

Aan de westzijde van het emplacement resulteert een integrale beschouwing van een OTC met diepwand voor alle afwegingspanden tot een effectieve en kostendoelmatige maatregel. Met jet-grout techniek leidt dit tot een weliswaar effectieve maar geen kostendoelmatige maatregel.

Borging van de maatregelen die uit voorliggende opleveringstoets volgen, vindt daarom plaats in het Tracébesluit PHS Meteren – Boxtel, waarin voornoemde maatregelen onverkort als te treffen maatregelen worden opgenomen.

## 9 REFERENTIES

1. DGMR, Camera-analyse, Analyse spoorgebruik goederentreinen in Den Bosch, M.2015.0420.05.N001, 7 april 2017
2. Level acoustics, Rapport Bts analyse trillingen Bts, 17 augustus 2015, LA.150105.R01.0
3. TNO, TNO-rapport Sporen in Den Bosch Trillingenonderzoek TNO-0340DTM-2010-00405, 11 maart 2010
4. Royal Haskoning DHV, Vooronderzoek van de oplevertoets 'Trillingen'Sporen in Den Bosch, oktober 2012, MD-AF20121439/MK
5. DHV, Sporen in Den Bosch, Overzichtsrapport trillingen, tracébesluit, november 2011, versie 3.1, AB4310, MD-AF20111514/MK
6. DGMR, Rapportage spoorwegtrillingen sporen Den Bosch in het kader van het Tracébesluit SiDB, M.2015.0420.00.R003, 4 augustus 2016
7. DGMR, Analyse voor en na meting twee woningen, Analyse ruwe meetdata voor- en nameting, M.2015.0420.03.N002, 26 april 2016
8. PHS Meteren-Boxtel, Achtergrondrapportage Trillingen – deel 1: Uitgangspunten inclusief metingen, Arcadis, 16 februari 2017, kenmerk 079204264:A
9. PHS Meteren-Boxtel, Achtergrondrapportage Trillingen – deel 2: Modelleren en toetsing, Arcadis, 22 december 2016, kenmerk 079206124:A
10. Maatregelencatalogus spoortrillingen, samenvattend overzicht, Grontmij, kenmerk GM 0175097 van 16-12-2015.
11. Memo Voorzet voor besluitvorming over de prijs voor afweging van doelmatige maatregelen tegen trillinghinder, voor DO, ProRail – I en M, 12 februari 2014.
12. Memo Handelsonwijze Bts bij afweging maatregelen in relatie tot kantoren, kenmerk EDMS-#3627028-v2-Voorstel\_DO\_richtprijs\_voor\_doelmatige\_afweging\_maatregelen\_bij\_kantoren.
13. Dynamische nadelige effecten van trillingsreducerende maatregelen, Aanvulling Maatregelencatalogus spoortrillingen, Deltares, kenmerk 11200206-000-GEO-0003-jvm, mei 2017
14. Niet-dynamische nadelige effecten van trillingsreducerende maatregelen, Aanvulling Maatregelencatalogus spoortrillingen, Deltares, kenmerk 11200206-000-GEO-0004-jvm, mei 2017
15. Beleidsregel trillingshinder spoor, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 26 maart 2014

# BIJLAGE A BEREKENINGSRESULTATEN EN TOETSING

Tabel berekeningsresultaten en toetsing Bts

Woonplaats	Straat	Huisnr	Aantal panden	Bouwjaar	Locatie	Kilometring	D_ref	Vmax ref	Vmax doelwaarde	Max Vmax	Reductie e Vms	Vper ref	Vper doelwaarde	Vper Reductie	Reduerende maatregelen benodigd		
's-Hertogenbosch	Veemarkteweg	1,3,11,13		4	2003	Oost	47,14	128,10	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Tramkade	24,26		2	1909	Oost	47,14	187,99	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Parallelweg	23		1	1984	West	47,14	54,41	0,253	< A1	0,253	0,000	0,033	<A3	0,032	0%	XX
's-Hertogenbosch	Veemarkteweg	44		1	1920	Oost	47,17	68,19	0,142	< A1	0,166	0,000	0,042	<A3	0,040	0%	XX
's-Hertogenbosch	Parallelweg	25		1	2007	West	47,25	134,71	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Parallelweg	24		1	1991	West	47,25	54,88	0,253	< 30%	0,253	0,000	0,033	<A3	0,032	0%	XX
's-Hertogenbosch	Gruttostraat	8		1	2003	Oost	47,26	165,00	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Boschdijkstraat	45		1	2004	Oost	47,28	90,73	0,120	< A1	0,140	0,000	0,034	<A3	0,033	0%	XX
's-Hertogenbosch	Boschdijkstraat	47		1	1920	Oost	47,29	87,04	1,083	< 30%	1,264	0,000	0,323	ref>plan	0,311	0%	XX
's-Hertogenbosch	Gruttostraat	10		1	2003	Oost	47,30	106,84	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Parallelweg	27		1	2007	West	47,31	126,27	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	473,471A,471B		3	1897	Oost	47,32	77,90	1,186	< 30%	1,385	0,000	0,354	ref>plan	0,341	0%	XX
's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat	37		1	1895	Oost	47,34	123,86	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	469,473,471A,471B,471C		6	1890	Oost	47,34	65,11	1,326	< 30%	1,548	0,000	0,396	ref>plan	0,381	0%	XX
's-Hertogenbosch	Veemarkteweg	2A		1	1897	Oost	47,35	28,32	1,935	< 30%	2,258	0,000	0,577	ref>plan	0,550	0%	XX
's-Hertogenbosch	Boschdijkstraat	90,92,94,96,98,92A		6	1895	Oost	47,35	132,36	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat	29		1	1890	Oost	47,35	118,92	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat,Boschveldweg	48,473,471A,471B		4	1897	Oost	47,35	78,41	1,175	< 30%	1,372	0,000	0,351	ref>plan	0,338	0%	XX
's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat	27		1	1890	Oost	47,36	113,89	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Parallelweg	30		1	1993	West	47,36	113,57	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Boschdijkstraat	74,78,80,82,84,86,88,71		8	1986	Oost	47,36	153,72	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat	13,15,19,21,23,25,17		7	1988	Oost	47,37	106,96	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	461,463,465,467,459		5	1986	Oost	47,37	61,97	0,150	< A1	0,195	0,000	0,045	<A3	0,043	0%	XX
's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat	36,38,40,44,42		5	1988	Oost	47,38	83,47	0,126	< A1	0,163	0,000	0,036	<A3	0,035	0%	XX
's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat	1,3,9,7,11,5		6	1988	Oost	47,38	106,96	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	435,437,439,441,445,4		12	1988	Oost	47,38	58,26	0,154	< A1	0,199	0,000	0,046	<A3	0,044	0%	XX
's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat	28,32,24,26,34,22,30		7	1988	Oost	47,39	89,12	0,121	< A1	0,156	0,000	0,035	<A3	0,034	0%	XX
's-Hertogenbosch	St. Luciaplein	35,39,41,43,45,47,37		7	1988	Oost	47,39	116,97	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	425,427,429,431,433		5	1988	Oost	47,39	54,57	0,159	< 30%	0,206	0,000	0,048	<A3	0,046	0%	XX
's-Hertogenbosch	van Heurnstraat	52,58,60,62,64,68,70,7		13	1988	Oost	47,40	155,63	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat	16,18,20		3	1985	Oost	47,40	87,08	0,122	< A1	0,158	0,000	0,035	<A3	0,034	0%	XX
's-Hertogenbosch	St. Luciaplein	29,31,33,1,23,3,5,7,11		17	1988	Oost	47,40	127,11	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	23,27,29,31,33,25		6	1985	Oost	47,41	54,57	0,159	< 30%	0,206	0,000	0,048	<A3	0,046	0%	XX
's-Hertogenbosch	Paardskerkhofweg	15		1	2007	West	47,41	107,13	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat	4,6,8,10,14,2,12		7	1988	Oost	47,41	77,63	0,951	0,404	1,385	0,708	0,192	0,192	2,05	6%	✓
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	365,367		2	1988	Oost	47,42	46,28	1,280	0,404	1,862	0,783	0,256	0,256	2,73	6%	✓
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	361,363		2	1910	Oost	47,43	46,08	1,280	0,404	1,862	0,783	0,256	0,256	2,73	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	38,40		2	1911	Oost	47,43	59,22	1,126	0,404	1,639	0,754	0,226	0,226	2,41	6%	✓
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	357,359		2	1910	Oost	47,44	46,09	1,280	0,404	1,862	0,783	0,256	0,256	2,73	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	34,36		2	1988	Oost	47,44	63,30	1,084	0,404	1,578	0,744	0,218	0,218	2,33	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	30,32		2	1911	Oost	47,44	67,82	1,044	0,404	1,519	0,734	0,210	0,210	2,24	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	28		1	1911	Oost	47,44	74,29	0,978	0,404	1,423	0,716	0,197	0,197	2,10	6%	✓
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	353,355		2	1988	Oost	47,44	45,97	1,293	0,404	1,881	0,785	0,259	0,259	2,76	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	54		1	1911	Oost	47,44	78,90	0,943	0,404	1,372	0,706	0,190	0,190	2,03	6%	✓
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	349,351		2	1988	Oost	47,45	45,83	1,293	0,404	1,881	0,785	0,259	0,259	2,76	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	50,52		2	1911	Oost	47,45	66,20	1,054	0,404	1,534	0,737	0,212	0,212	2,26	6%	✓
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	347,345		2	1988	Oost	47,45	45,70	1,293	0,404	1,881	0,785	0,259	0,259	2,76	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat,Sint Maartenstraat	26,19		2	1911	Oost	47,46	93,66	0,823	0,404	1,198	0,663	0,125	0,125	1,28	3%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	46,48		2	1911	Oost	47,46	66,18	1,054	0,404	1,534	0,737	0,212	0,212	2,26	6%	✓
's-Hertogenbosch	Parallelweg	32,50,49		3	2007	West	47,46	96,94	0,607	< 30%	0,719	0,000	0,084	<A3	0,085	0%	XX
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	22,24		2	1911	Oost	47,46	97,98	0,794	0,404	1,156	0,650	0,125	0,125	1,28	3%	✓
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	341,343		2	1988	Oost	47,46	45,57	1,293	0,404	1,881	0,785	0,259	0,259	2,76	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	44,42		2	1911	Oost	47,46	65,92	1,064	0,404	1,548	0,739	0,214	0,214	2,28	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	18,20		2	1911	Oost	47,46	101,88	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	van Heurnstraat	45,47		2	1906	Oost	47,46	153,46	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	14,16		2	1911	Oost	47,47	107,96	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	337,339		2	1988	Oost	47,47	45,31	1,293	0,404	1,881	0,785	0,259	0,259	2,76	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	38,40		2	1911	Oost	47,47	65,90	1,064	0,404	1,548	0,739	0,214	0,214	2,28	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	10,12		2	1911	Oost	47,47	111,62	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	333,335		2	1911	Oost	47,48	44,94	1,306	0,404	1,901	0,787	0,261	0,261	2,79	6%	✓
's-Hertogenbosch	van Heurnstraat	41,43		2	1906	Oost	47,48	150,43	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	15,17		2	1911	Oost	47,48	93,04	0,823	0,404	1,198	0,663	0,125	0,125	1,28	3%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	36,34		2	1911	Oost	47,48	65,31	1,064	0,404	1,548	0,739	0,214	0,214	2,28	6%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	6,8		2	1911	Oost	47,48	117,75	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	van Heurnstraat	37		1	1906	Oost	47,48	147,23	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	329,331		2	1988	Oost	47,48	44,57	1,306	0,404	1,901	0,787	0,261	0,261	2,79	6%	✓
's-Hertogenbosch	Parallelweg	52		1	1933	West	47,48	90,42	0,181	0,235	0,308	0,236	0,017	<A3	0,029	0%	XX
's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	2,4		2	1911	Oost	47,48	121,50	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	30,32		2	1911	Oost	47,48	65,24	1,064	0,404							

Woonplaats	Straat	Huisnr	Aantal panden	Bouwjaar	Locatie	Kilometrerig	D_ref	Vmax ref	Vmax	Reductie e Vmax	Vper ref	Vper e	Reductie Vper	Reducerende maatregelen			
									doelwaarde	Max Vmax							
's-Hertogenbosch	van Heurnstraat	5		1	1906	Oost	47,52	121,91	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	17, 11		2	1985	Oost	47,52	55,83	0,135	0,176	0,229	0,233	0,066	<A3	0,062	0%	✓
's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	15		1	1985	Oost	47,52	46,78	0,147	0,190	0,248	0,233	0,072	<A3	0,068	0%	✓
's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	13, 19		2	1985	Oost	47,52	51,30	0,140	0,182	0,238	0,233	0,068	<A3	0,065	0%	✓
's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	2,4		2	1911	Oost	47,52	67,17	0,123	0,159	0,208	0,233	0,059	<A3	0,056	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Heurnstraat	1,3		2	1906	Oost	47,52	121,91	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Brugstraat	12,14,12A		3	1910	Oost	47,53	152,43	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Oisterwijkstraat	11,13		2	1986	Oost	47,53	121,91	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Oisterwijkstraat	7,9,7A		3	1910	Oost	47,54	126,82	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Brugstraat	8,10		2	1910	Oost	47,54	149,10	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Brugstraat	4,4A,6		3	1925	Oost	47,54	146,94	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Oisterwijkstraat	3,5		2	1930	Oost	47,54	131,58	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	30,26,28		3	1990	Oost	47,54	56,43	0,134	0,175	0,227	0,233	0,065	<A3	0,062	0%	✓
's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	24A,14,20		3	1995	Oost	47,55	70,16	0,120	<A1	0,203	0,000	0,077	<A3	0,054	0%	✘
's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	10,12,16,22,24,18		6	1995	Oost	47,55	74,58	0,116	<A1	0,196	0,000	0,042	<A3	0,026	0%	✘
's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	28,2C		2	1911	Oost	47,55	97,69	0,097	<A1	0,165	0,000	0,000	<A3	0,000	0%	✘
's-Hertogenbosch	Parallelweg	60,58,64		3	1998	West	47,55	74,26	0,209	0,272	0,356	0,236	0,119	<A3	0,033	0%	✓
's-Hertogenbosch	Oisterwijkstraat	14		1	1911	Oost	47,55	111,03	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	2,2A		2	1911	Oost	47,55	104,69	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	6A,8A,4,6,8		5	1995	Oost	47,55	83,82	0,108	<A1	0,183	0,000	0,032	<A3	0,013	0%	✘
's-Hertogenbosch	Brugstraat	2		1	1925	Oost	47,55	149,56	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Oisterwijkstraat	10,12		2	1911	Oost	47,55	111,24	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Oisterwijkstraat	1		1	1930	Oost	47,56	143,88	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat	63,65,69,71,75,77,79,8		52	1991	Oost	47,56	36,22	0,161	0,209	0,273	0,233	0,079	<A3	0,074	0%	✓
's-Hertogenbosch	Veemarktweg	2K		1	1991	Oost	47,56	11,36	0,216	0,281	0,366	0,233	0,103	<A3	0,095	0%	✓
's-Hertogenbosch	Paardskerkhofweg	8		1	1952	West	47,56	142,89	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Oisterwijkstraat	8		1	1914	Oost	47,56	115,03	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Oisterwijkstraat	4		1	1914	Oost	47,56	121,67	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Oisterwijkstraat, Emmapl	2,24A,2A		3	1915	Oost	47,57	117,24	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat	27,29,25,23		4	1991	Oost	47,58	50,91	0,141	0,184	0,240	0,233	0,069	<A3	0,065	0%	✓
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat	19,21		2	1910	Oost	47,58	81,44	0,110	<A1	0,186	0,000	0,032	<A3	0,013	0%	✘
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat	15,17		2	1909	Oost	47,58	87,86	0,105	<A1	0,178	0,000	0,031	<A3	0,012	0%	✘
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat	11,13		2	1910	Oost	47,58	94,22	0,099	<A1	0,168	0,000	0,023	<A3	0,000	0%	✘
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat	7		1	1911	Oost	47,58	101,30	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat	3,5		2	1911	Oost	47,58	108,16	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat	1		1	1911	Oost	47,58	115,01	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Edisonstraat	9,13A,11,13,13B		5	1957	West	47,59	113,23	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat	12,10,8		3	1925	Oost	47,61	87,67	0,105	<A1	0,178	0,000	0,031	<A3	0,012	0%	✘
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat	2,6,4		3	1925	Oost	47,61	99,48	0,096	<A1	0,162	0,000	0,000	<A3	0,000	0%	✘
's-Hertogenbosch	Emmaplein	18,22,20		3	1923	Oost	47,61	111,25	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Kempelandstraat, Bosch	14,16,18,20,22,201,203		12	1913	Oost	47,61	62,21	0,128	0,166	0,216	0,233	0,062	<A3	0,058	0%	✓
's-Hertogenbosch	Emmaplein	14,16,12		3	1923	Oost	47,62	109,23	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Edisonstraat	2,4		2	1952	West	47,62	78,62	0,434	0,404	0,738	0,452	0,039	<A3	0,066	0%	✓
's-Hertogenbosch	Edisonstraat	16,14		2	1952	West	47,62	100,37	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Edisonstraat	10,12		2	1952	West	47,62	93,17	0,379	0,404	0,644	0,373	0,034	<A3	0,057	0%	✓
's-Hertogenbosch	Edisonstraat	6,8		2	1952	West	47,62	86,07	0,403	0,404	0,686	0,411	0,037	<A3	0,061	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	1		1	1952	West	47,62	127,07	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	2		1	1952	West	47,62	160,36	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Edisonstraat	18		1	1952	West	47,63	107,52	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Emmaplein	6,8,10		3	1923	Oost	47,63	108,63	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	3		1	1952	West	47,63	125,15	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	4		1	1952	West	47,63	160,36	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	5		1	1952	West	47,64	123,34	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	6		1	1952	West	47,64	160,37	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	85,87,89,91,95,97,99,11		18	1985	Oost	47,64	35,76	0,162	0,211	0,275	0,233	0,080	<A3	0,075	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	7		1	1952	West	47,64	121,79	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	8		1	1952	West	47,64	160,38	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Emmaplein	4A,4B,4C,4D,4E		5	1990	Oost	47,65	103,07	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	✘	
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	9		1	1952	West	47,65	120,53	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	10		1	1952	West	47,65	160,39	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Parallelweg	66,67,68,69,70,71		6	1954	West	47,65	49,61	0,374	0,404	0,639	0,367	0,039	<A3	0,062	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	11		1	1952	West	47,65	119,55	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	12		1	1952	West	47,65	160,39	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	13		1	1952	West	47,66	118,87	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	14		1	1952	West	47,66	160,40	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	16,18		2	1952	West	47,66	70,06	0,306	0,397	0,522	0,239	0,032	<A3	0,051	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	12,14		2	1952	West	47,66	77,40	0,287	0,372	0,489	0,239	0,030	<A3	0,048	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	8,10		2	1952	West	47,66	84,64	0,269	0,349	0,459	0,239	0,028	<A3	0,045	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	4,6		2	1952	West	47,66	91,89	0,356	0,404	0,476	0,151	0,026	<A3	0,042	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	15		1	1952	West	47,66	118,49	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	16		1	1952	West	47,66	160,26	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Parallelweg	76,72,73,74,75,77		6	1954	West	47,66	44,91	0,393	0,404	0,671	0,398	0,041	<A3	0,065	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	2		1	1952	West	47,67	98,79	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	39,43,45,47,53,55,59,6		24	1985	Oost	47,67	36,67	0,356	0,404	0,476	0,151	0,079	<A3	0,074	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	17		1	1952	West	47,67	118,40	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	18		1	1952	West	47,67	159,87	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	19		1	1952	West	47,67	118,41	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	20		1	1952	West	47,68	159,29	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0	

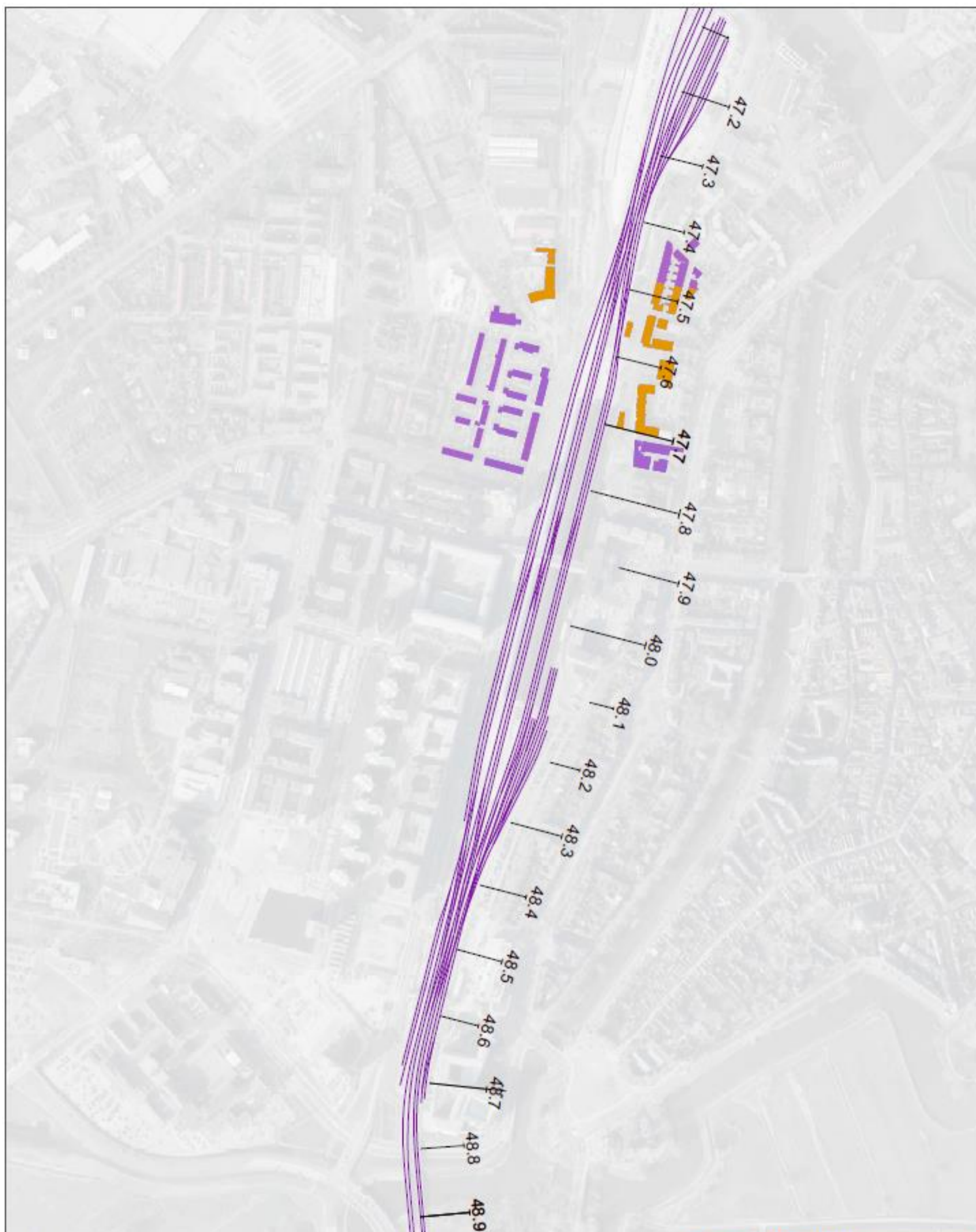
Woonplaats	Straat	Huisnr	Aantal panden	Bouwjaar	Locatie	Kilometrerig	D_ref	Vmax ref	Vmax	doelwaarde	Max Vmax	Reductie e Vmax	Vper ref	Vper	Vper doelwaarde	Vper	Reductie Vper	Reducerende maatregelen
's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	24	1	1952	West	47,71	155,51	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	22	1	1952	West	47,71	145,56	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	20	1	1952	West	47,71	139,52	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	14,16	2	1952	West	47,71	91,88	0,252	0,328	0,431	0,239	0,026	<A3	0,042	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	10,12	2	1952	West	47,71	84,58	0,269	0,349	0,459	0,239	0,028	<A3	0,045	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	8,6	2	1952	West	47,71	77,43	0,287	0,372	0,489	0,239	0,030	<A3	0,048	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	2,4	2	1952	West	47,71	70,08	0,306	0,397	0,522	0,239	0,032	<A3	0,051	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Peellandstraat	3,5,7,7A,5A,5B,7B,7C	8	1953	Oost	47,72	89,24	0,572	0,404	0,833	0,515	0,075	<A3	0,030	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Parallelweg	90,91,92,95,94,93	6	1954	West	47,72	44,99	0,393	0,404	0,671	0,398	0,041	<A3	0,065	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Peellandstraat	9,9A,13,11,9B,9C,11A,1	8	1953	Oost	47,72	77,57	0,619	0,404	0,901	0,551	0,101	<A3	0,064	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Koninginnenlaan	32	1	1910	Oost	47,72	101,30	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	18	1	1952	West	47,72	98,94	0,356	0,404	0,476	0,151	0,025	<A3	0,039	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Peellandstraat	15,17,19,19A,17A,17B,1	8	1953	Oost	47,72	65,89	0,672	0,404	0,978	0,587	0,149	ref>plan	0,142	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Peellandstraat	23,21,25,27,29	5	1953	Oost	47,72	59,93	0,701	0,404	1,021	0,604	0,157	ref>plan	0,149	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	31,29	2	1952	West	47,72	118,67	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	33,35	2	1954	Oost	47,72	48,71	0,762	0,404	1,109	0,636	0,173	ref>plan	0,164	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Koninginnenlaan	28,30	2	1910	Oost	47,73	101,99	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	35,33	2	1952	West	47,73	118,69	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	33	1	1954	Oost	47,73	51,94	0,744	0,404	1,083	0,627	0,168	ref>plan	0,160	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Parallelweg	96,97,98,99,100,101	6	1954	West	47,73	45,04	0,584	0,404	0,997	0,595	0,061	<A3	0,096	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Koninginnenlaan	26	1	1910	Oost	47,73	109,10	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	29,31	2	1890	Oost	47,73	52,67	0,739	0,404	1,075	0,624	0,167	ref>plan	0,158	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	37,39	2	1952	West	47,73	118,71	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	11,13	2	1950	Oost	47,74	96,15	0,548	0,404	0,797	0,493	0,000	<A3	0,000	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	27B,27C,27D,27E,27,27	9	1950	Oost	47,74	53,79	0,733	0,404	1,067	0,621	0,165	ref>plan	0,157	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	17,15	2	1910	Oost	47,74	89,77	0,572	0,404	0,833	0,515	0,075	<A3	0,030	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	23	1	1952	Oost	47,74	71,63	0,644	0,404	0,938	0,569	0,142	ref>plan	0,135	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	43,41	2	1952	West	47,74	118,76	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Koninginnenlaan, Maasla	24,1A,1	3	1902	Oost	47,74	114,16	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	3,5	2	1930	Oost	47,74	108,37	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	19,19A	2	1957	Oost	47,74	84,02	0,591	0,404	0,860	0,530	0,078	<A3	0,031	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	9,7	2	1902	Oost	47,74	103,23	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Parallelweg	104,102,103,105,106,10	6	1954	West	47,74	45,12	0,584	0,404	0,997	0,595	0,061	<A3	0,096	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	20	1	1952	West	47,74	98,99	0,356	0,404	0,607	0,335	0,037	<A3	0,059	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	25	1	1950	Oost	47,75	60,82	0,696	0,404	1,013	0,601	0,156	ref>plan	0,148	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	25	1	1950	Oost	47,75	54,89	0,728	0,404	1,059	0,619	0,164	ref>plan	0,156	0%	✓		
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	32,34	2	1952	West	47,75	154,42	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	36,38	2	1952	West	47,75	147,17	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	40,42	2	1952	West	47,75	139,93	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	22,24	2	1952	West	47,75	91,48	0,379	0,404	0,646	0,375	0,039	<A3	0,063	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	26,28	2	1952	West	47,75	84,38	0,403	0,404	0,688	0,413	0,042	<A3	0,067	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	30,32	2	1952	West	47,75	77,22	0,400	0,404	0,734	0,449	0,045	<A3	0,071	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	34,36	2	1952	West	47,75	69,89	0,463	0,404	0,790	0,489	0,048	<A3	0,077	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	45,47	2	1952	West	47,75	117,49	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Parallelweg	109,110,111,112,113,11	6	1954	West	47,76	43,69	0,596	0,404	1,018	0,603	0,062	<A3	0,098	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	49,51	2	1952	West	47,76	116,70	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	4,6,8,10,2,12	6	1952	Oost	47,77	88,80	0,510	<A1	0,010	0,000	0,000	<A3	0,000	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	55,53	2	1952	West	47,77	115,92	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Parallelweg	114,115,116,117,118,11	6	1954	West	47,77	41,93	0,608	0,404	1,119	0,639	0,063	<A3	0,100	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	57,59	2	1952	West	47,78	114,73	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	17,17A,17B,17C,17D,17	59	1982	Oost	47,78	59,72	0,013	<A1	0,013	0,000	0,000	<A3	0,000	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Boschveldweg, Koninginn	1,2,4,6,10,12,18,20,22E	13	1900	Oost	47,79	114,25	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	7,9,11	3	1952	Oost	47,79	102,96	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Boschveldweg	15	1	1900	Oost	47,79	89,97	0,010	<A1	0,010	0,000	0,000	<A3	0,000	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	73,75,77,79,81,83	6	1952	West	47,80	145,89	0,356	0,404	0,426	0,052	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	61,63,65,67,71,69	6	1952	West	47,80	132,27	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	49,51,55,57,59,53	6	1952	West	47,80	116,21	0,356	0,404	0,476	0,151	0,032	<A3	0,054	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	37,39,41,43,45,47	6	1952	West	47,80	84,07	0,269	0,349	0,459	0,239	0,028	<A3	0,045	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	29,31,33,35,27,25	6	1952	West	47,80	70,31	0,306	0,397	0,522	0,239	0,032	<A3	0,051	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	13,15,19,21,23,17	6	1952	West	47,80	56,69	0,349	0,404	0,596	0,322	0,036	<A3	0,058	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	1,3,7,9,11,5	6	1952	West	47,80	40,86	0,410	0,404	0,700	0,423	0,043	<A3	0,067	0%	✓		
's-Hertogenbosch	Leonardo da Vinci	plein 60	1	1998	West	47,85	31,10	0,032	<A1	0,055	0,000	0,015	<A3	0,020	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Stationsplein	81,83,85,87,89,93,101,1	16	1997	Oost	47,85	29,88	0,017	<A1	0,017	0,000	0,000	<A3	0,000	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Stationsplein	41,43,47,49,51,55,59,6	18	1996	Oost	47,85	102,10	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Newtonlaan	50,56,58,60,62,66,70,7,	77	1995	West	47,86	106,20	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Leonardo da Vinci	plein 4,6,10,14,16,18,20,24,2	19	1993	West	47,88	79,57	0,020	<A1	0,034	0,000	0,000	<A3	0,000	0%	✗		
's-Hertogenbosch	Leeghwaterlaan	63,67,69,71,73																



Woonplaats	Straat	Huisnr	Aantal panden	Bouwjaar	Locatie	Kilometrerig	D_ref	Vmax ref	Vmax doelwaarde	Max Vmax	Reductie v e Vmax	Vper ref	Vper doelwaarde	Reductie Vper	Reducerende maatregelen benodigd		
's-Hertogenbosch	Julianaplein	7		1	1910	Oost	48,07	117,16	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Julianaplein	9,9A		2	1909	Oost	48,08	116,71	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Julianaplein	11		1	1908	Oost	48,09	116,38	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Julianaplein	13		1	1908	Oost	48,10	113,63	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Julianaplein	15		1	1910	Oost	48,10	112,50	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	5		1	1910	Oost	48,11	91,82	0,161	< A1	0,161	0,000	0,011	< A3	0,000	0%	XX
's-Hertogenbosch	Julianaplein	17		1	1910	Oost	48,11	103,15	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	30,2,26,28,24,32,22,34		8	2002	West	48,12	39,49	0,029	< A1	0,050	0,000	0,014	< A3	0,018	0%	XX
's-Hertogenbosch	Hugo de Grootlaan	22,26,28,32,34,36,38,4		29	2002	West	48,12	112,88	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Julianaplein	19		1	1910	Oost	48,12	113,20	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Julianaplein	23		1	1911	Oost	48,14	99,24	0,150	< A1	0,150	0,000	0,000	< A3	0,000	0%	XX
's-Hertogenbosch	Julianaplein	25		1	1911	Oost	48,14	109,04	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Magistraatlaan	222,248		2	2002	West	48,15	32,62	0,032	< A1	0,054	0,000	0,015	< A3	0,020	0%	XX
's-Hertogenbosch	Julianaplein	29		1	1909	Oost	48,15	112,07	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	5,7,9,11,13,15,17,19,21		24	2002	West	48,15	134,07	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	5A,6		2	1912	Oost	48,15	80,23	0,178	< A1	0,178	0,000	0,019	< A3	0,012	0%	XX
's-Hertogenbosch	Julianaplein	31,33		2	1909	Oost	48,16	111,83	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Hertogstraat	3,5		2	1912	Oost	48,16	104,77	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Hertogstraat	9,7		2	1912	Oost	48,16	97,88	0,153	< A1	0,153	0,000	0,000	< A3	0,000	0%	XX
's-Hertogenbosch	Hertogstraat	11,13		2	1917	Oost	48,16	90,59	0,163	< A1	0,163	0,000	0,015	< A3	0,006	0%	XX
's-Hertogenbosch	Hertogstraat	1		1	1912	Oost	48,16	111,34	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Julianaplein	35		1	1912	Oost	48,16	130,24	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Julianaplein	10		1	1908	Oost	48,17	1702,58	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Hertogstraat	18,20,18A		3	1895	Oost	48,18	83,71	0,173	< A1	0,173	0,000	0,016	< A3	0,006	0%	XX
's-Hertogenbosch	Hertogstraat	4,6		2	1895	Oost	48,18	109,79	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Hertogstraat	24,22		2	1895	Oost	48,18	76,71	0,185	< A1	0,185	0,000	0,020	< A3	0,013	0%	XX
's-Hertogenbosch	Hertogstraat	14,16		2	1895	Oost	48,18	92,61	0,160	< A1	0,160	0,000	0,011	< A3	0,000	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	1K,1E,1G,1L,1C,1D,1J,1		12	1901	Oost	48,18	117,34	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Hertogstraat	10,12,12A		3	1895	Oost	48,18	99,44	0,150	< A1	0,150	0,000	0,000	< A3	0,000	0%	XX
's-Hertogenbosch	Hertogstraat	8		1	1895	Oost	48,18	103,67	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	7,8		2	1901	Oost	48,19	75,42	0,186	< A1	0,186	0,000	0,021	< A3	0,015	0%	XX
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	55,57,59,61,63,65,69,7		27	2003	West	48,19	113,37	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	3		1	1910	Oost	48,19	115,12	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	5		1	1901	Oost	48,20	114,99	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	9,10		2	1901	Oost	48,20	74,65	0,188	< A1	0,188	0,000	0,022	< A3	0,015	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	7		1	1910	Oost	48,20	111,44	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	11,12		2	1901	Oost	48,20	73,91	0,190	< A1	0,190	0,000	0,027	< A3	0,026	0%	XX
's-Hertogenbosch	Magistraatlaan	200,202		2	2002	West	48,20	32,88	0,032	< A1	0,054	0,000	0,015	< A3	0,020	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	9		1	1908	Oost	48,21	109,17	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	2		1	1932	Oost	48,21	171,93	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	14		1	1901	Oost	48,21	73,17	0,190	< A1	0,190	0,000	0,027	< A3	0,026	0%	XX
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	38,40,42,46,48,50,52,5		48	2002	West	48,21	69,21	0,022	< A1	0,037	0,000	0,010	< A3	0,007	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	11		1	1910	Oost	48,21	109,12	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	15,16		2	1910	Oost	48,21	72,38	0,191	< A1	0,191	0,000	0,028	< A3	0,026	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	13		1	1910	Oost	48,21	112,39	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	17,18		2	1901	Oost	48,21	71,75	0,193	< A1	0,193	0,000	0,028	< A3	0,026	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	15		1	1907	Oost	48,22	112,15	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	19,20		2	1910	Oost	48,22	71,20	0,193	< A1	0,193	0,000	0,028	< A3	0,026	0%	XX
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	109,111,113,115,121,1		24	2003	West	48,22	136,46	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	21A,21,21B		3	1901	Oost	48,23	70,78	0,195	< A1	0,195	0,000	0,028	< A3	0,027	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	17,19		2	1910	Oost	48,23	99,47	0,150	< A1	0,150	0,000	0,000	< A3	0,000	0%	XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	23		1	1901	Oost	48,23	70,20	0,195	< A1	0,195	0,000	0,028	< A3	0,027	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	21,23		2	1910	Oost	48,24	99,09	0,150	< A1	0,150	0,000	0,000	< A3	0,000	0%	XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	24,25,25A		3	1901	Oost	48,24	69,61	0,197	< A1	0,197	0,000	0,028	< A3	0,027	0%	XX
's-Hertogenbosch	Alfons Diepenbroekstraat	10		1	1925	Oost	48,24	164,91	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	25,27		2	1910	Oost	48,24	98,35	0,152	< A1	0,152	0,000	0,000	< A3	0,000	0%	XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	26,27		2	1910	Oost	48,25	69,04	0,197	< A1	0,197	0,000	0,028	< A3	0,027	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	4		1	1930	Oost	48,25	164,10	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	31,29		2	1912	Oost	48,25	97,97	0,153	< A1	0,153	0,000	0,000	< A3	0,000	0%	XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	28,29,29A		3	1901	Oost	48,25	68,35	0,199	< A1	0,199	0,000	0,029	< A3	0,027	0%	XX
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	171,173,175,177,181,1		27	2003	West	48,26	117,85	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	31A,31B,31C		3	1910	Oost	48,26	103,87	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	31,30		2	1901	Oost	48,26	67,79	0,201	< A1	0,201	0,000	0,029	< A3	0,027	0%	XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	32,33		2	1901	Oost	48,27	67,20	0,201	< A1	0,201	0,000	0,029	< A3	0,027	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	31D,31F,31E		3	1910	Oost	48,27	103,31	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	6		1	1921	Oost	48,27	163,02	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	33		1	1901	Oost	48,28	105,76	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	34,35		2	1901	Oost	48,28	66,39	0,202	< A1	0,202	0,000	0,029	< A3	0,028	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	8		1	1921	Oost	48,28	161,34	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	35		1	1912	Oost	48,28	109,00	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Guldenvlietstraat	27		1	1894	Oost	48,29	65,52	0,425	< 30%	0,425	0,000	0,076	< A3	0,073	0%	XX
's-Hertogenbosch	Guldenvlietstraat	17A,17,19		3	1894	Oost	48,29	81,70	0,367	< 30%	0,367	0,000	0,065	< A3	0,063	0%	XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	37		1	1902	Oost	48,29	113,86	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Guldenvlietstraat	21,23,21A		3	1894	Oost	48,29	77,17	0,380	< 30%	0,380	0,000	0,068	< A3	0,065	0%	XX
's-Hertogenbosch	Guldenvlietstraat	13		1	1894	Oost	48,29	88,02	0,345	< 30%	0,345	0,000	0,061	< A3	0,055	0%	XX
's-Hertogenbosch	Guldenvlietstraat	25		1	1894	Oost	48,29	71,82	0,402	< 30%	0,402	0,000	0,072	< A3	0,069	0%	XX
's-Hertogenbosch	Guldenvlietstraat	11		1	1894	Oost	48,29	94,13	0,327	< 30%	0,327	0,000	0,053	< A3	0,041	0%	XX
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	213,215,217,219,221,2		24	2003	West	48,29	141,73	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	10		1	1930	Oost	48,29	160,95	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%	XX	
's-Hertogenbosch	Guldenvlietstraat	5,7		2	1894	Oost	48,29	100,26	0,310	< 30%	0,310	0,000	0,040	< A3	0,022	0%	XX
's-Hertogenbosch	Guldenvlietstraat	3		1	1894	Oost	48,29	106,60	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.</			

Woonplaats	Straat	Huisnr	Aantal panden	Bouwjaar	Locatie	Kilometrerig	D_ref	Vmax ref	Vmax	doelwaarde	Max Vmax	Reductie e Vmax	Vper ref	Vper	Vper doelwaarde	Vper	Reductie Vper	Reducerende maatregelen
's-Hertogenbosch	Magistratenlaan	138,146		2	2005	West	48,35	51,01	0,039	<A1	0,066	0,000	0,019	<A3	0,025	0%		XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	49,48		2	1911	Oost	48,35	61,10	0,441	<30%	0,441	0,000	0,079	<A3	0,076	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	47E,47F		2	1912	Oost	48,35	89,34	0,342	<30%	0,342	0,000	0,061	<A3	0,055	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	32		1	1920	Oost	48,35	152,22	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	50,51		2	1911	Oost	48,36	60,42	0,446	<30%	0,446	0,000	0,080	<A3	0,077	0%		XX
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	335,337,341,343,345,34		24	2003	West	48,36	148,43	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	51		1	1912	Oost	48,36	88,38	0,345	<30%	0,345	0,000	0,061	<A3	0,055	0%		XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	52,53		2	1911	Oost	48,37	59,65	0,450	<30%	0,450	0,000	0,080	<A3	0,077	0%		XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	55,54		2	1911	Oost	48,37	58,93	0,454	<30%	0,454	0,000	0,081	<A3	0,078	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	42		1	1900	Oost	48,39	145,48	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	57,58		2	1911	Oost	48,39	57,84	0,458	<30%	0,458	0,000	0,082	<A3	0,079	0%		XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	60,59		2	1911	Oost	48,39	57,18	0,458	<30%	0,458	0,000	0,082	<A3	0,079	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	59		1	1912	Oost	48,39	90,71	0,338	<30%	0,338	0,000	0,060	<A3	0,054	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	53,55		2	1912	Oost	48,39	87,25	0,348	<30%	0,348	0,000	0,062	<A3	0,056	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	40		1	1920	Oost	48,39	147,10	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	65,67		2	1908	Oost	48,39	84,81	0,357	<30%	0,357	0,000	0,064	<A3	0,061	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	61,63		2	1908	Oost	48,39	85,47	0,354	<30%	0,354	0,000	0,063	<A3	0,061	0%		XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	56		1	1911	Oost	48,39	58,42	0,454	<30%	0,454	0,000	0,081	<A3	0,078	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	38		1	1920	Oost	48,39	148,76	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	34,36		2	1912	Oost	48,39	150,46	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	61,62		2	1911	Oost	48,39	56,60	0,463	<30%	0,463	0,000	0,083	<A3	0,080	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	52,54		2	1912	Oost	48,39	143,59	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	69A,69,71		3	1900	Oost	48,39	85,83	0,354	<30%	0,354	0,000	0,063	<A3	0,061	0%		XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	63,64		2	1911	Oost	48,39	55,99	0,467	<30%	0,467	0,000	0,084	<A3	0,080	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	73,75		2	1912	Oost	48,40	83,72	0,360	<30%	0,360	0,000	0,064	<A3	0,062	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	56,58		2	1901	Oost	48,40	142,08	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	369,371,373,375,377,3		27	2005	West	48,40	133,64	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	65,66		2	1911	Oost	48,40	55,21	0,467	<30%	0,467	0,000	0,084	<A3	0,080	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	79,77		2	1912	Oost	48,40	82,42	0,364	<30%	0,364	0,000	0,065	<A3	0,063	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	60		1	1910	Oost	48,40	140,07	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	67,68		2	1911	Oost	48,41	54,60	0,472	<30%	0,472	0,000	0,084	<A3	0,081	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	81,83		2	1912	Oost	48,41	81,70	0,367	<30%	0,367	0,000	0,065	<A3	0,063	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	62		1	1912	Oost	48,41	138,85	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	70,69		2	1911	Oost	48,41	53,97	0,477	<30%	0,477	0,000	0,085	<A3	0,082	0%		XX
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	419		1	2005	West	48,41	134,96	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	71,72		2	1911	Oost	48,42	53,37	0,477	<30%	0,477	0,000	0,085	<A3	0,082	0%		XX
's-Hertogenbosch	Magistratenlaan,Hofmee	116,118,120,122,124,1		109	2012	West	48,42	53,42	0,038	<A1	0,065	0,000	0,027	<A3	0,026	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	85,87		2	1912	Oost	48,42	83,77	0,360	<30%	0,360	0,000	0,064	<A3	0,062	0%		XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	73,74		2	1911	Oost	48,43	52,83	0,481	<30%	0,481	0,000	0,086	<A3	0,083	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	64		1	1930	Oost	48,43	137,00	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	van Diepenbeekstraat	11		1	1925	Oost	48,43	141,04	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	89		1	1900	Oost	48,43	82,56	0,364	<30%	0,364	0,000	0,065	<A3	0,063	0%		XX
's-Hertogenbosch	Bordeslaan	421,423,425,431,433,4		24	2005	West	48,43	148,64	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	van Diepenbeekstraat	9		1	1910	Oost	48,43	150,95	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Maijweg	75,76		2	1911	Oost	48,43	52,19	0,481	<30%	0,481	0,000	0,086	<A3	0,083	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	95A,95,93		3	1912	Oost	48,44	81,19	0,367	<30%	0,367	0,000	0,065	<A3	0,063	0%		XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	77,78,77A		3	1911	Oost	48,44	51,58	0,486	<30%	0,486	0,000	0,087	<A3	0,084	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	97,99		2	1904	Oost	48,44	74,81	0,391	<30%	0,391	0,000	0,070	<A3	0,067	0%		XX
's-Hertogenbosch	Maijweg	79,80		2	1901	Oost	48,44	50,66	0,491	<30%	0,491	0,000	0,088	<A3	0,084	0%		XX
's-Hertogenbosch	Lekkerbeetsstraat	3,3A,5		3	1894	Oost	48,45	64,58	0,429	<30%	0,429	0,000	0,077	<A3	0,074	0%		XX
's-Hertogenbosch	Lekkerbeetsstraat	7		1	1894	Oost	48,45	59,55	0,450	<30%	0,450	0,000	0,080	<A3	0,077	0%		XX
's-Hertogenbosch	Lekkerbeetsstraat	1A		1	1894	Oost	48,45	70,48	0,406	<30%	0,406	0,000	0,072	<A3	0,070	0%		XX
's-Hertogenbosch	Lekkerbeetsstraat	11		1	1894	Oost	48,45	50,38	0,491	<30%	0,491	0,000	0,088	<A3	0,084	0%		XX
's-Hertogenbosch	Lekkerbeetsstraat	1		1	1894	Oost	48,45	75,68	0,387	<30%	0,387	0,000	0,069	<A3	0,067	0%		XX
's-Hertogenbosch	Lekkerbeetsstraat	9		1	1894	Oost	48,45	55,79	0,467	<30%	0,467	0,000	0,084	<A3	0,080	0%		XX
's-Hertogenbosch	van der Does de Willeboi	48,48A,50,51A,2,4,6,6		10	1910	Oost	48,47	128,79	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Bordeslaan,Spiegeltuin	500,2,4,6,8,10,12,14,16		89	2014	West	48,49	74,18	0,031	<A1	0,053	0,000	0,022	<A3	0,022	0%		XX
's-Hertogenbosch	Koningsweg	72		1	1900	Oost	48,49	124,58	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	van Bréautéstraat	2		1	1910	Oost	48,50	149,97	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	76,74		2	1912	Oost	48,50	124,94	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	van der Does de Willeboi	54,53		2	1912	Oost	48,51	145,00	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	78,80		2	1912	Oost	48,51	125,33	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	van der Does de Willeboi	55,56,56A		3	1912	Oost	48,51	143,82	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	82		1	1916	Oost	48,52	125,72	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg,Lekkerbeetj	101,103,105,107,109,11		11	1980	Oost	48,52	45,77	0,128	<A1	0,166	0,000	0,031	<A3	0,030	0%		XX
's-Hertogenbosch	van der Does de Willeboi	57,58		2	1912	Oost	48,52	143,20	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Vijverlaan,Hofvijver,Bord	4,2,4,6,4,75,471,473		7	1949	West	48,52	106,80	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	Koningsweg	84		1	1916	Oost	48,52	126,20	n.v.t.	no-ref	0,000	0,000	n.v.t.	n.v.t.	0%		XX	
's-Hertogenbosch	van der Does de Willeboi	60,59																

## **Bijlage B Resultaten toetsing Bts op tekening**



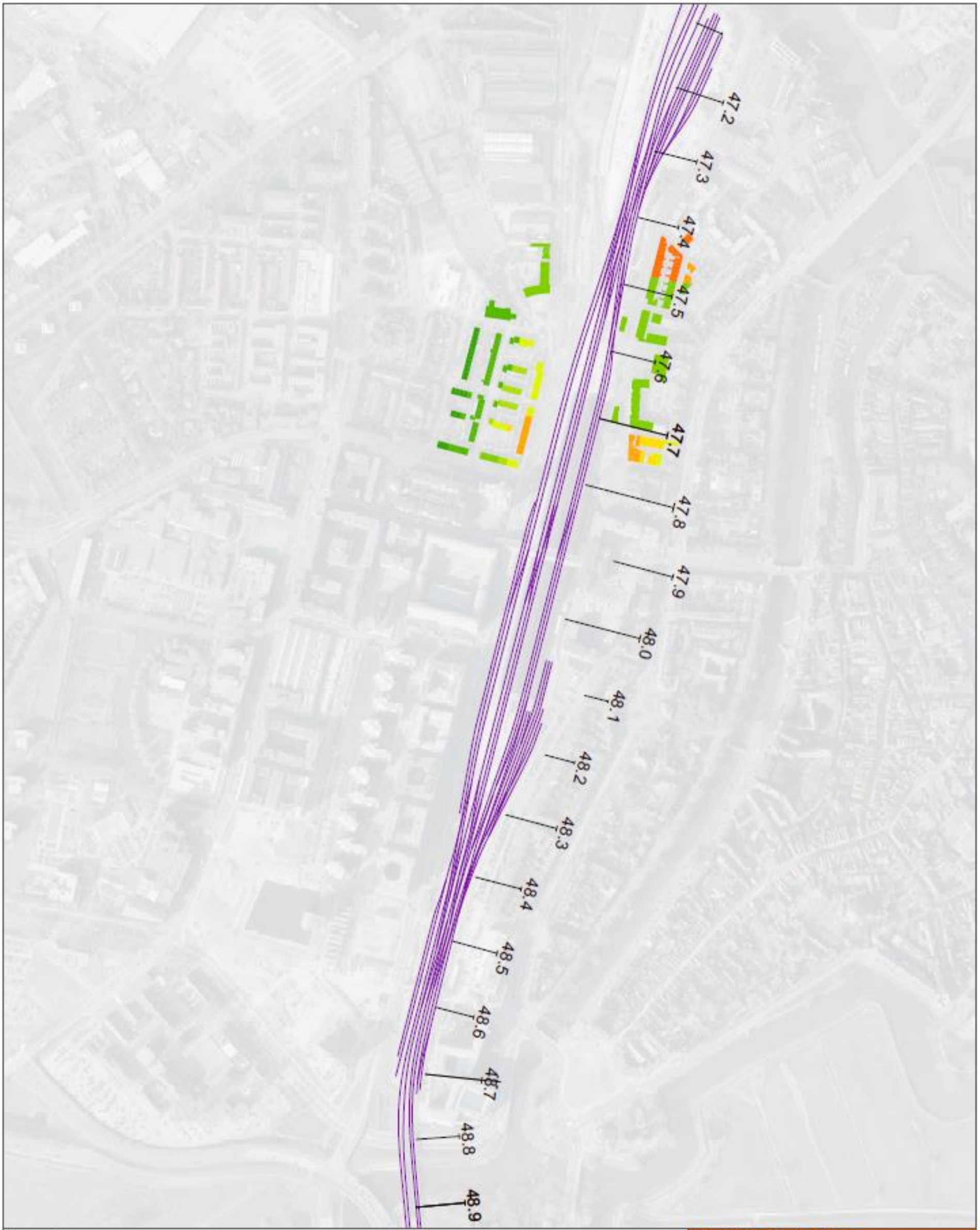
**Legenda**

- Trillingssterkte plansituatie > 3.2
- Trillingssterkte plansituatie > grenswaarde (A2), maar onder 3.2
- Trillingssterkte plansituatie > streefwaarde (A1), toename > 30%, maar onder grenswaarde (A2)
- Gemiddelde trillingssterkte plansituatie > grenswaarde (A3) en groter dan gemiddelde trillingssterkte referentiesituatie
- Gemiddelde trillingssterkte plansituatie > grenswaarde (A3)

Spoor plansituatie

**Sporen in Den Bosch**  
Toets op basis van nameting





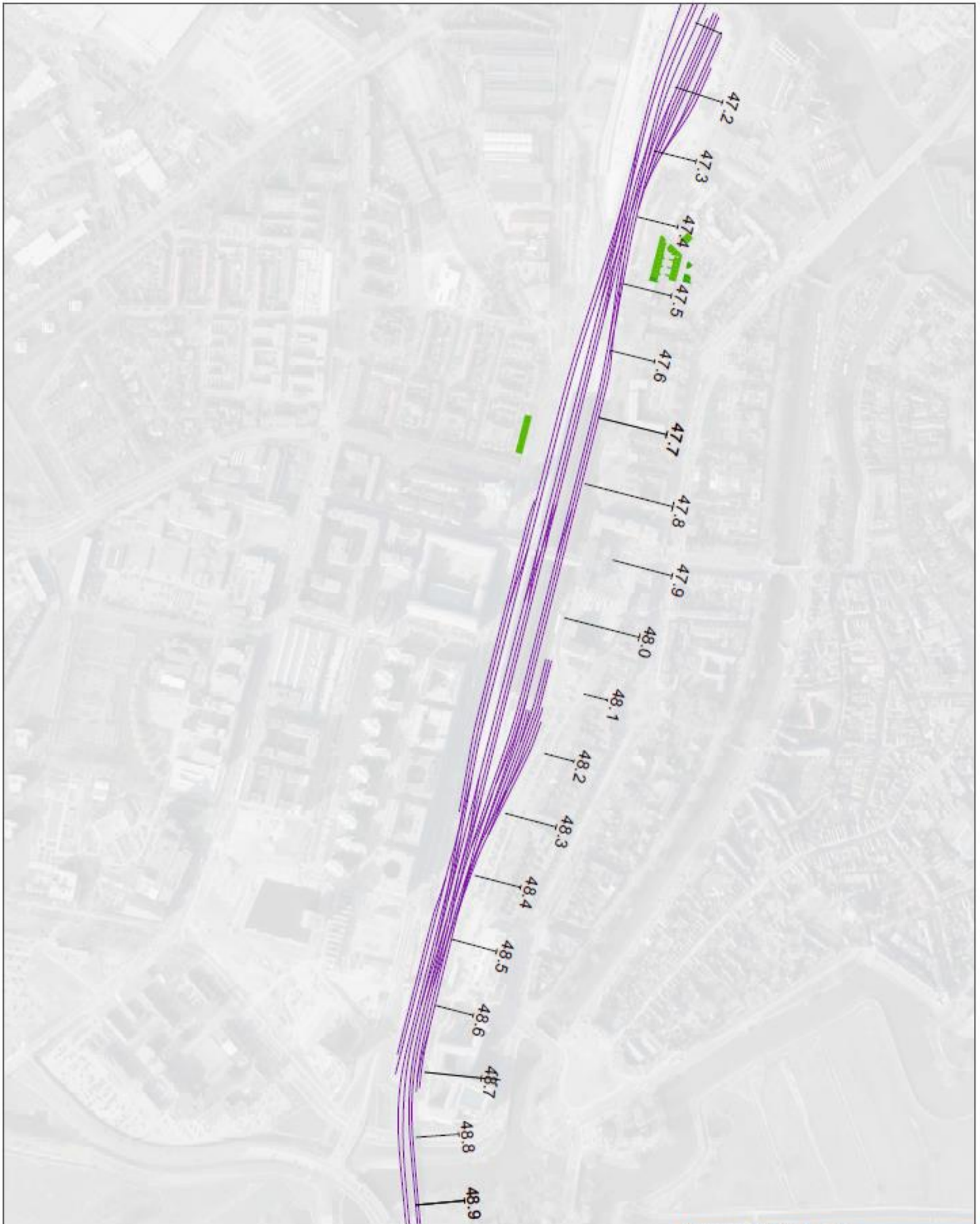
**Legenda**

**Percentage reductie noodzakelijk (Vmax)**

0 - <10	50 - <60	— Spoor plansituatie
10 - <20	60 - <70	
20 - <30	70 - <80	
30 - <40	80 - <90	
40 - <50	90 - <100	

**Sporen in Den Bosch**  
Toets op basis van nameting

Project: ...  
 Opdrachtgever: ...  
 Datum: ...  
 Schaal: 1:1000



**Legenda**

**Percentage reductie noodzakelijk (Vper)**

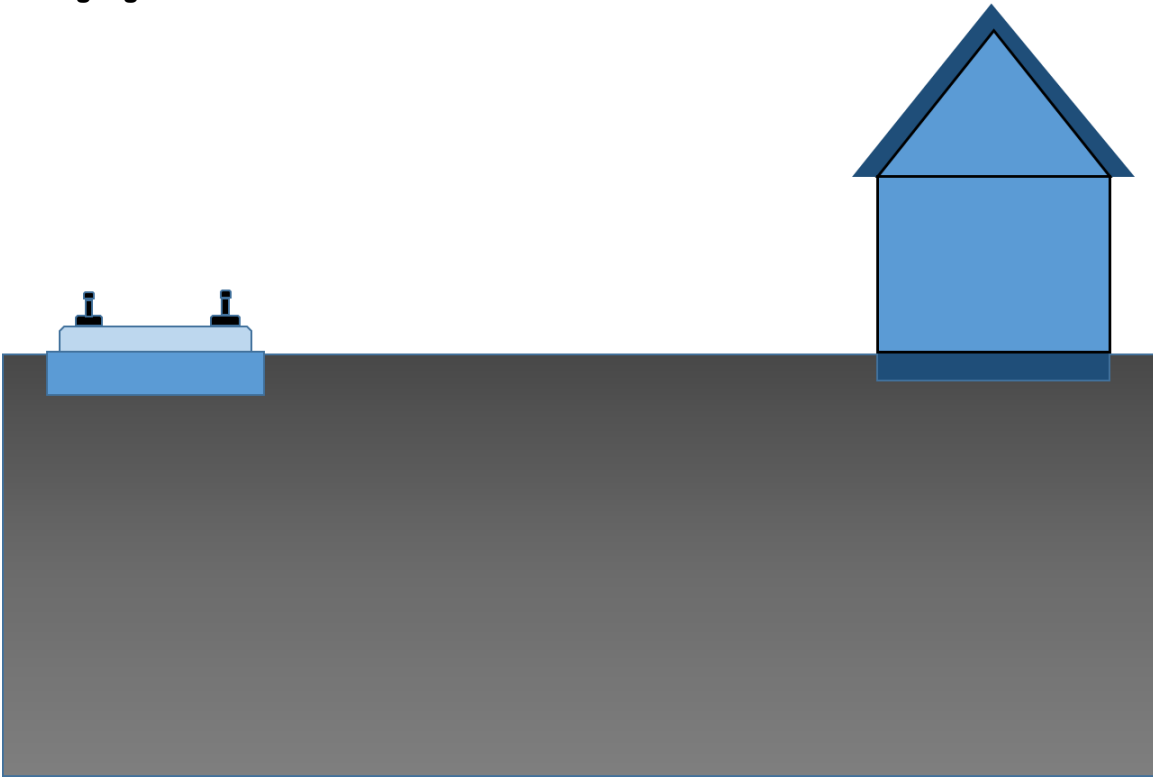
0 - <10	50 - <60	— Spoor plansituatie
10 - <20	60 - <70	
20 - <30	70 - <80	
30 - <40	80 - <90	
40 - <50	90 - <100	

**Sporen in Den Bosch**  
Toets op basis van nameting



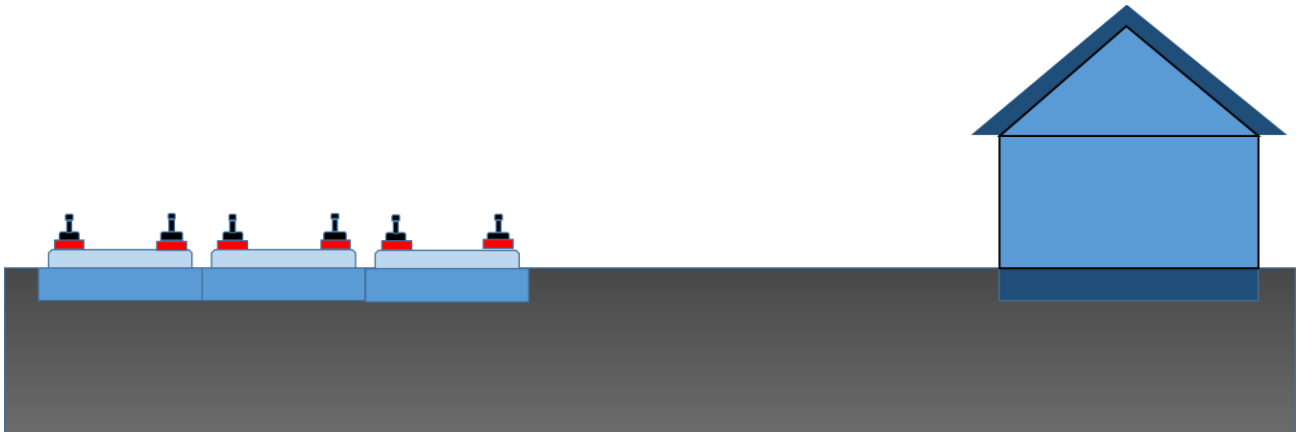
# BIJLAGE C BESCHRIJVING VAN TRILLINGSREDUCERENDE MAATREGELEN

## 1. Uitgangssituatie

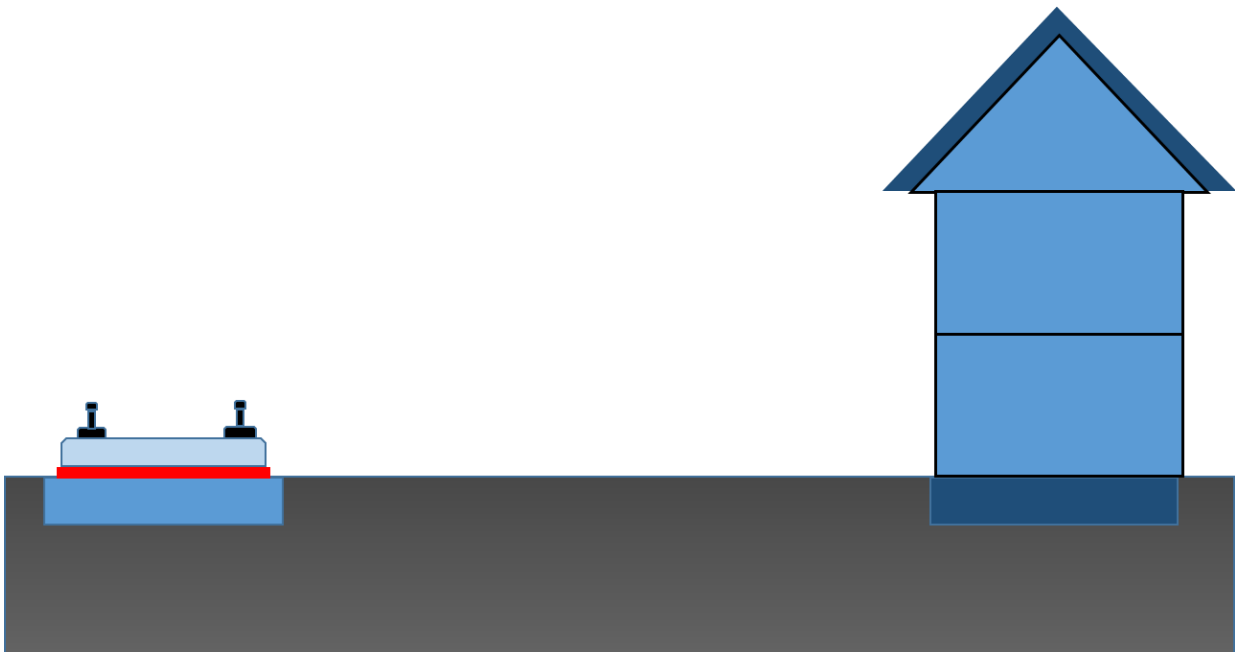


Spoor in ballastbed

## 2. Maatregelen aan bron

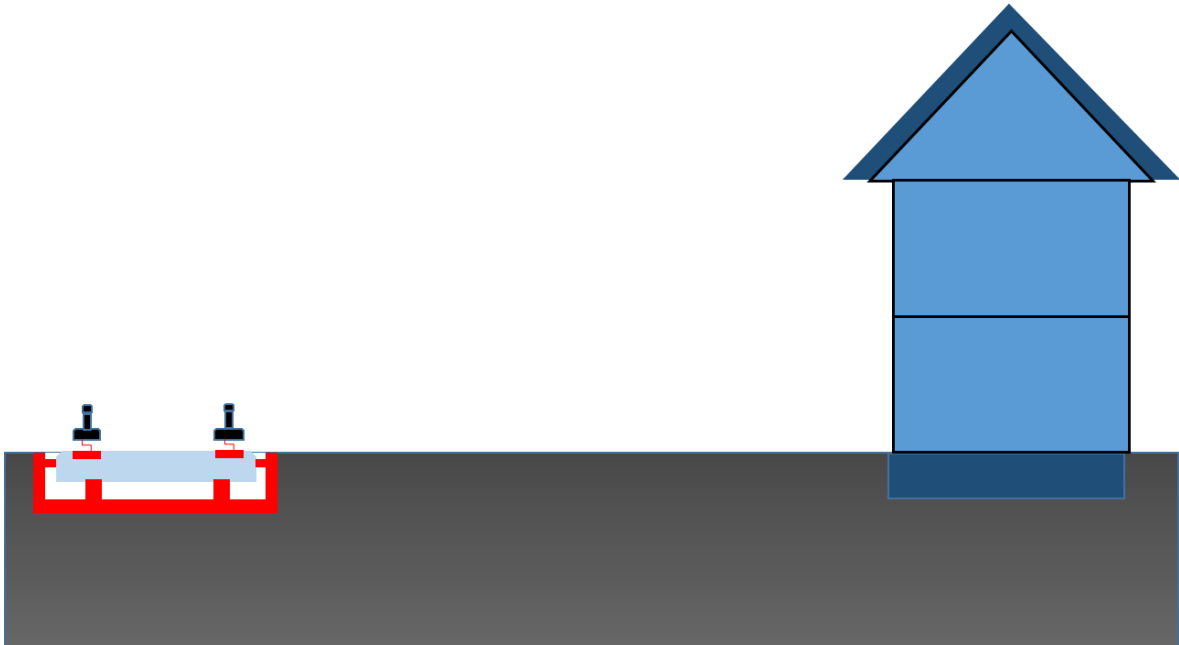


Railpads

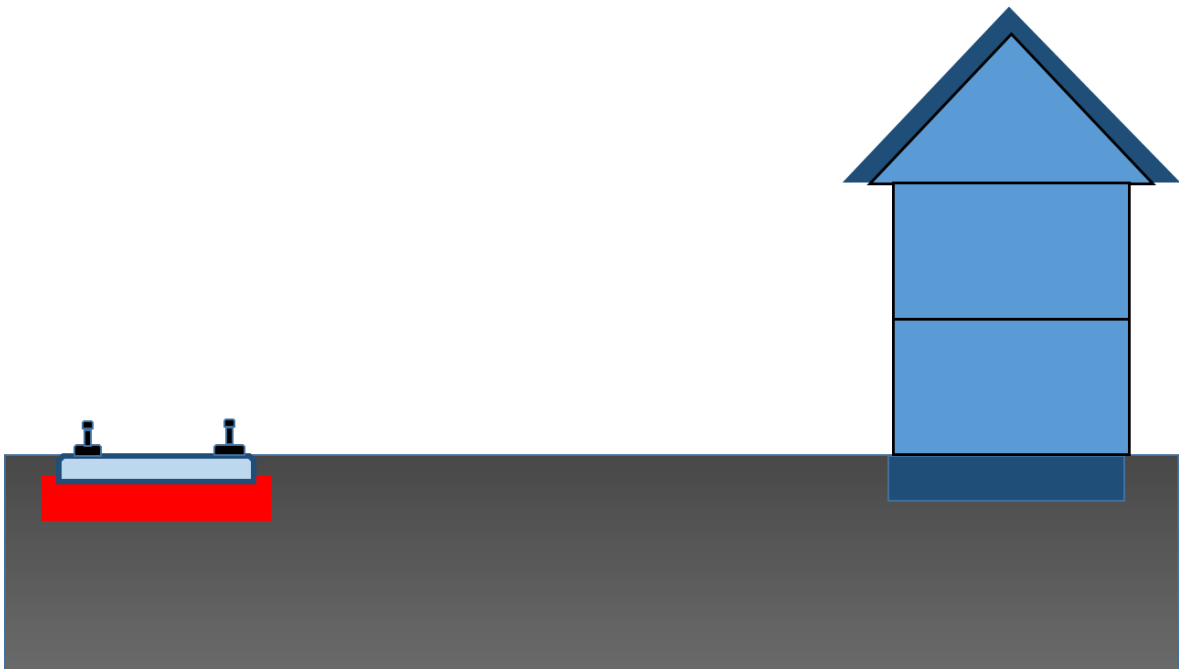


Under sleeper pads

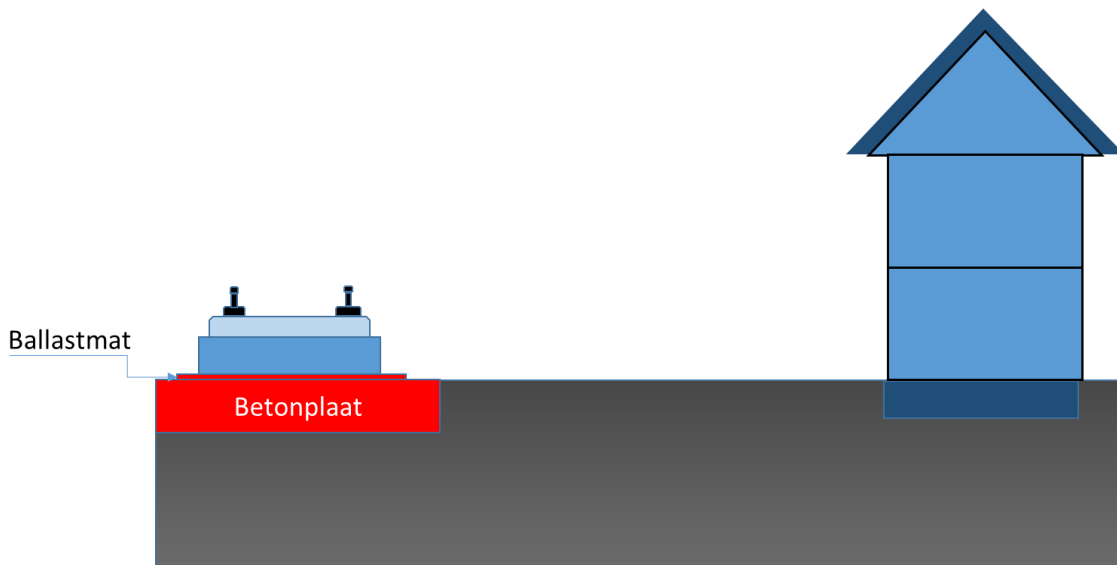




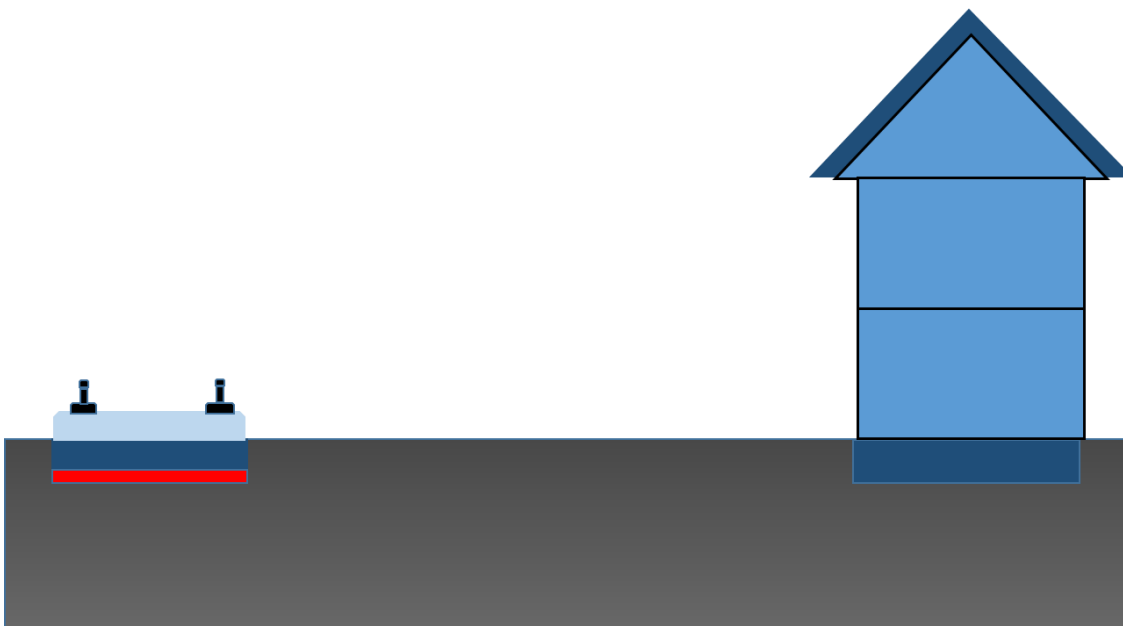
Floating slab track



Slab track



Betonplaat onder ballastbed met ballastmat



Ballastmat onder spoor in ballast

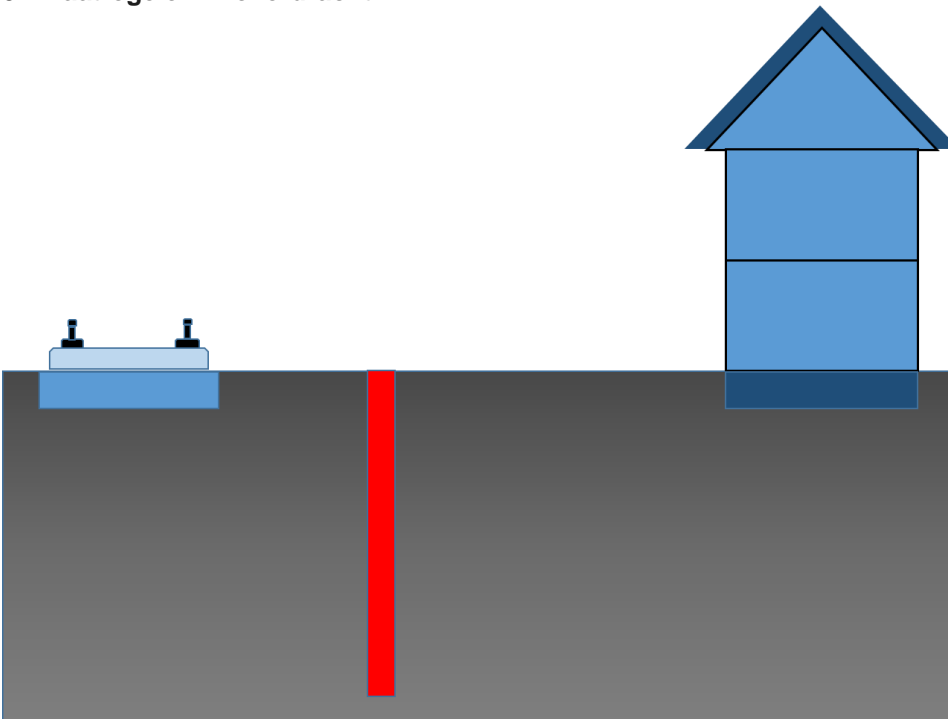


Ladder track (bovenaanzicht)

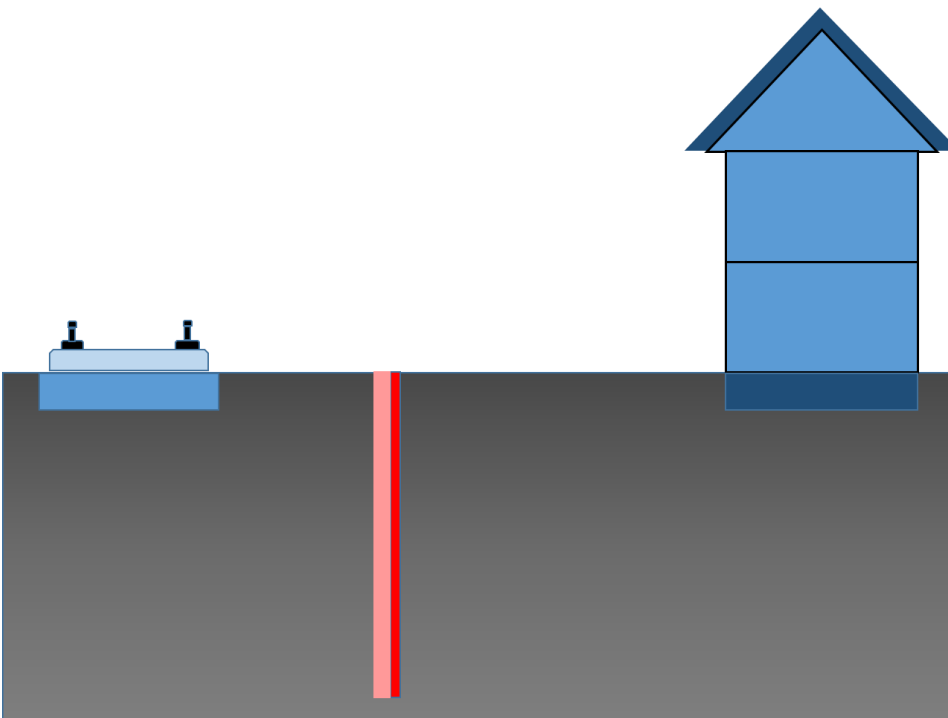


Wide sleeper track (bovenaanzicht)

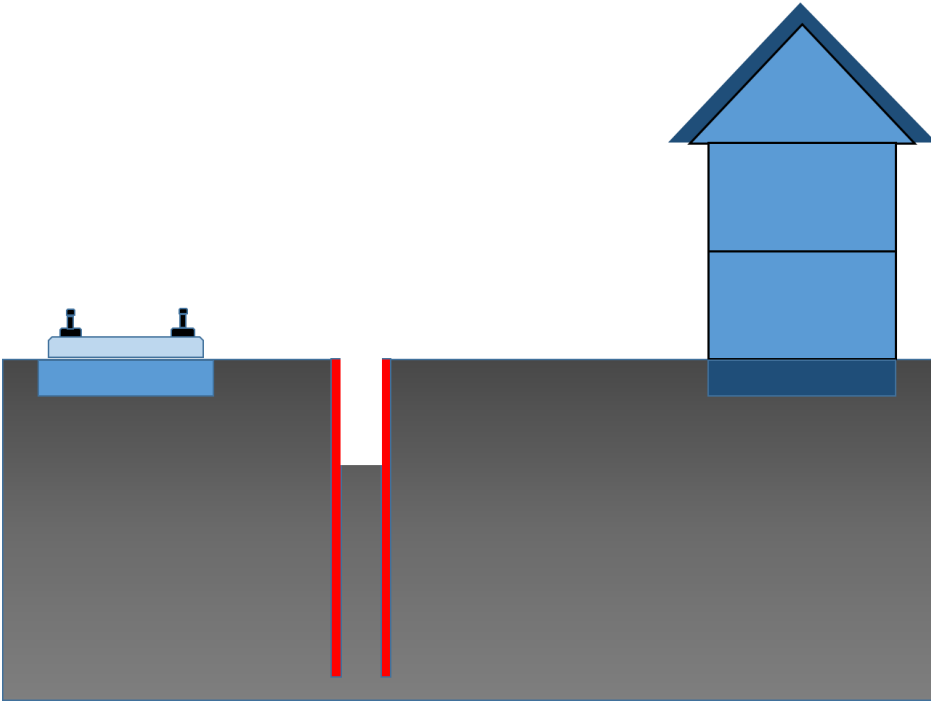
### 3. Maatregelen in overdracht



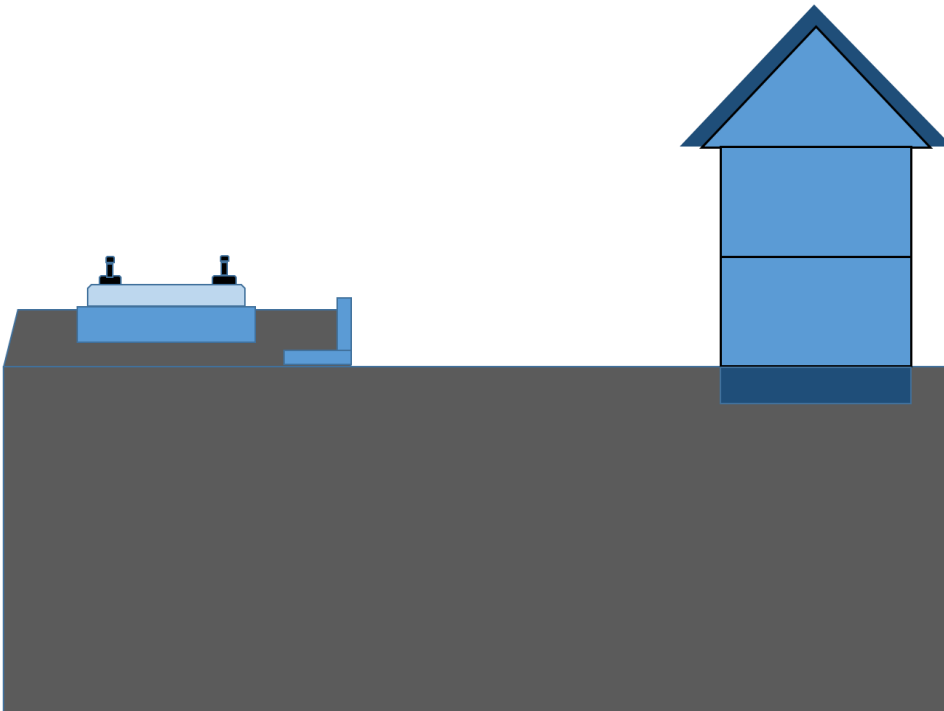
Ondergronds trillingsreducerende constructie (OTC)



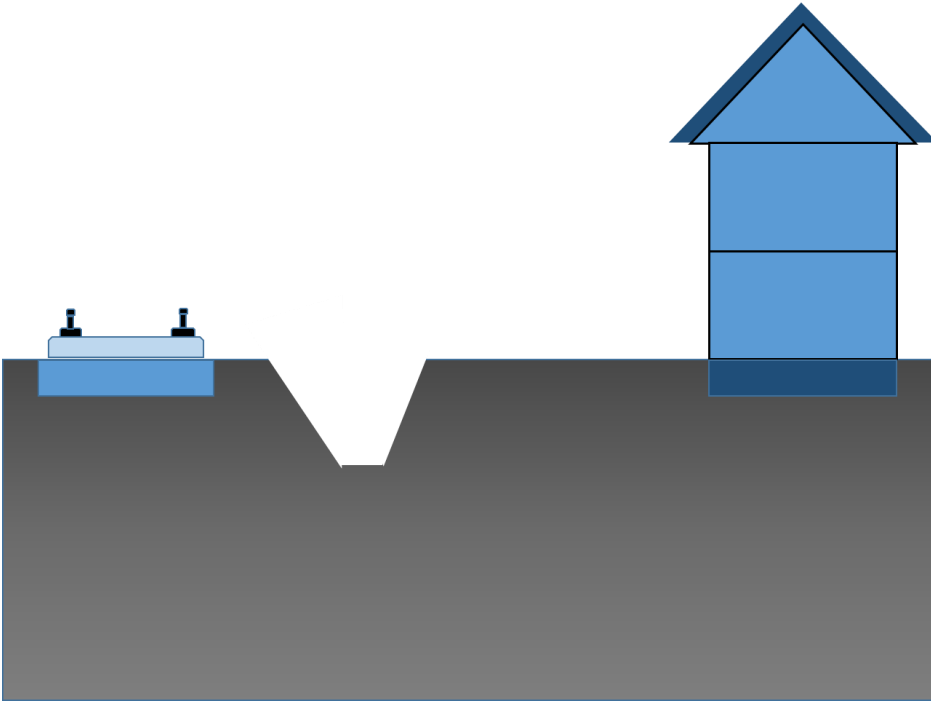
Beklede ondergrondse trillingsreducerende constructie (OTC)



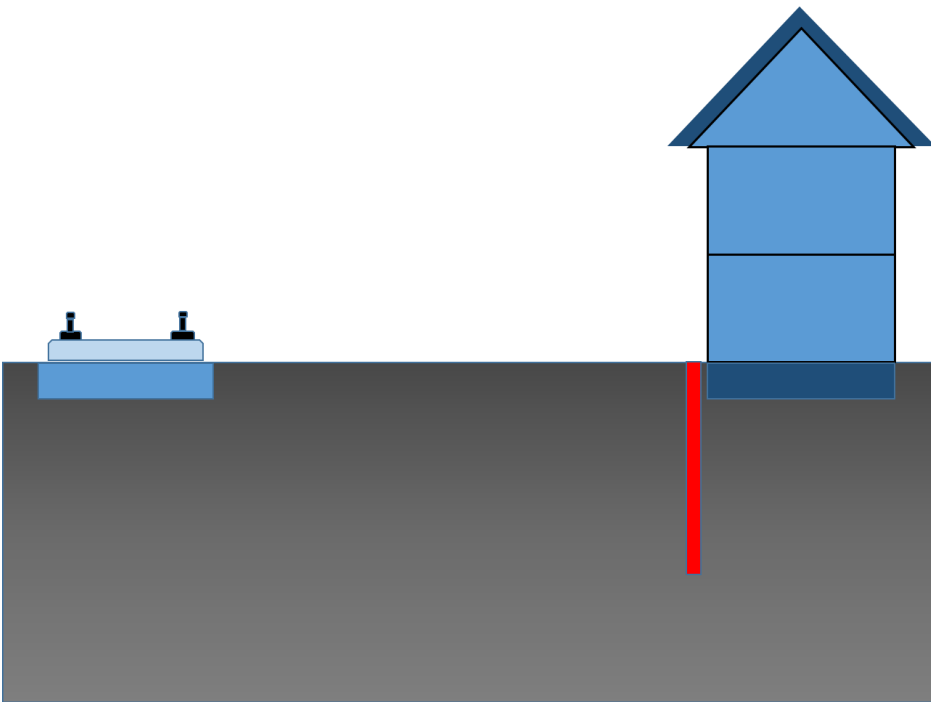
Open sleuf met keerwanden (OTC)



Trillingscherm L-wand in talud

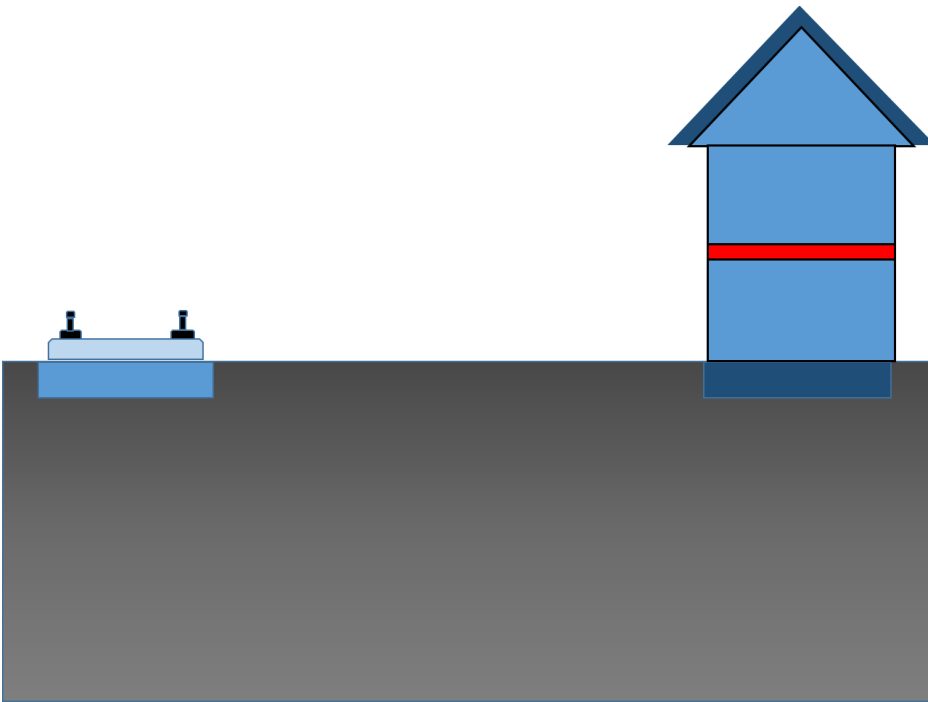


Open sleuf in bodem

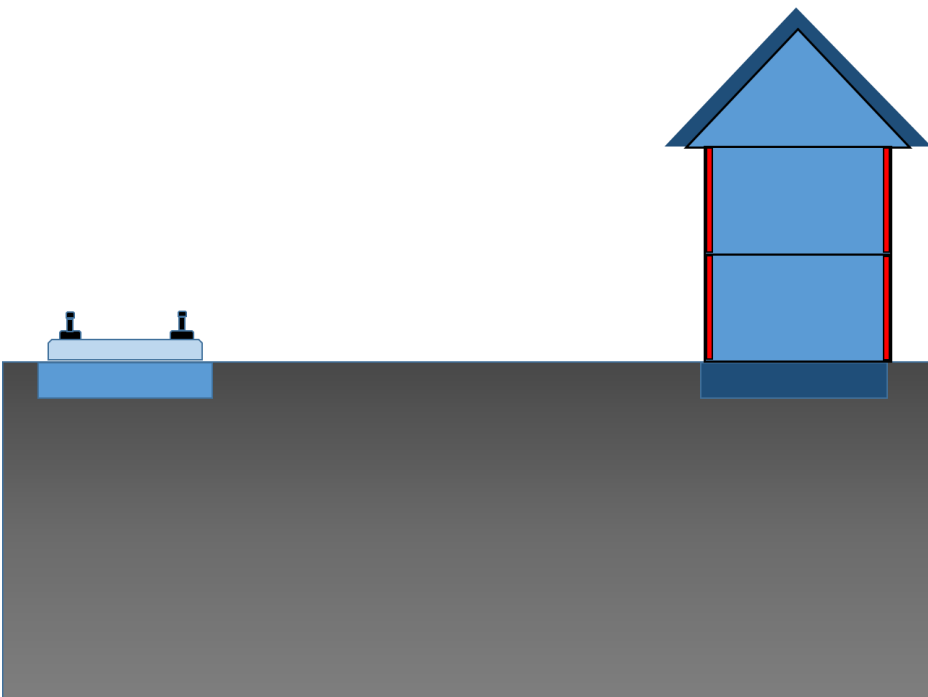


Polystyreen scherm in bodem bij/tegen pand (OTC)

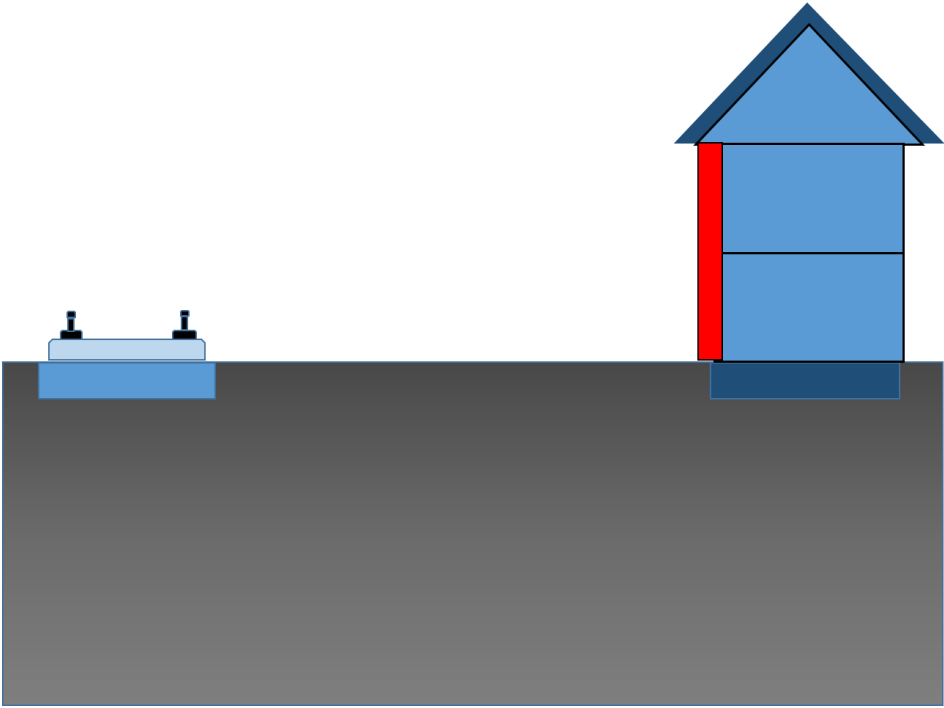
#### 4. Maatregelen bij ontvanger



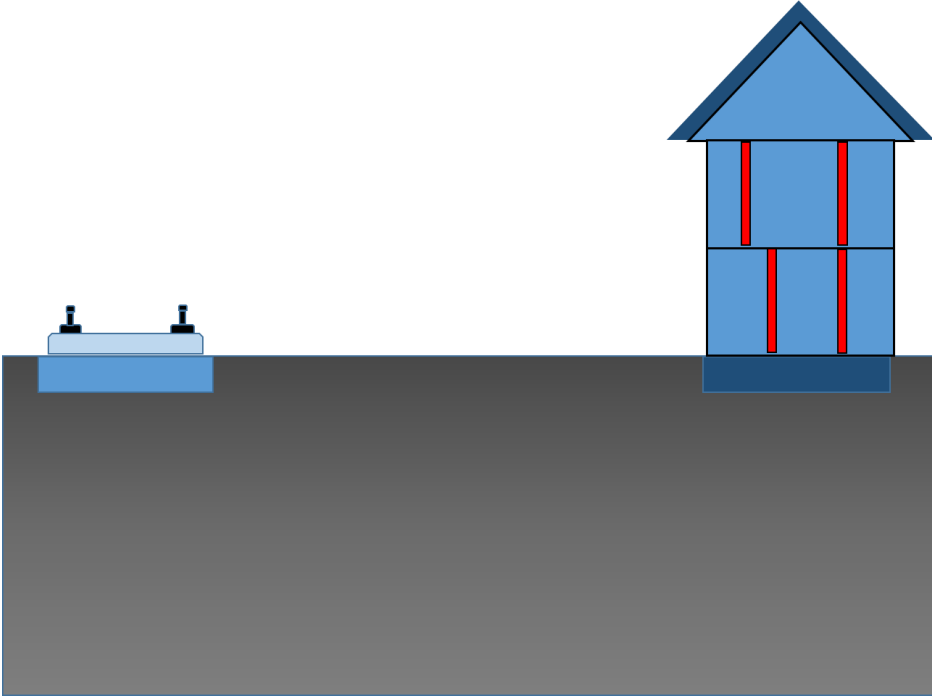
Verstijven (verdiepings)vloer in pand



Vervangen binnenwanden in pand

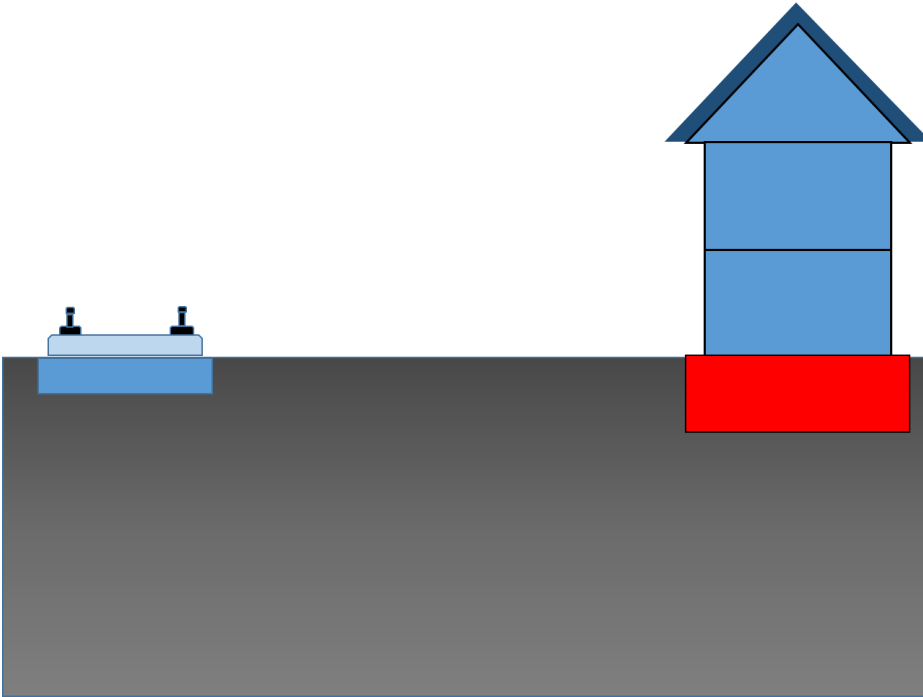


Verstevinging buitengevel van pand

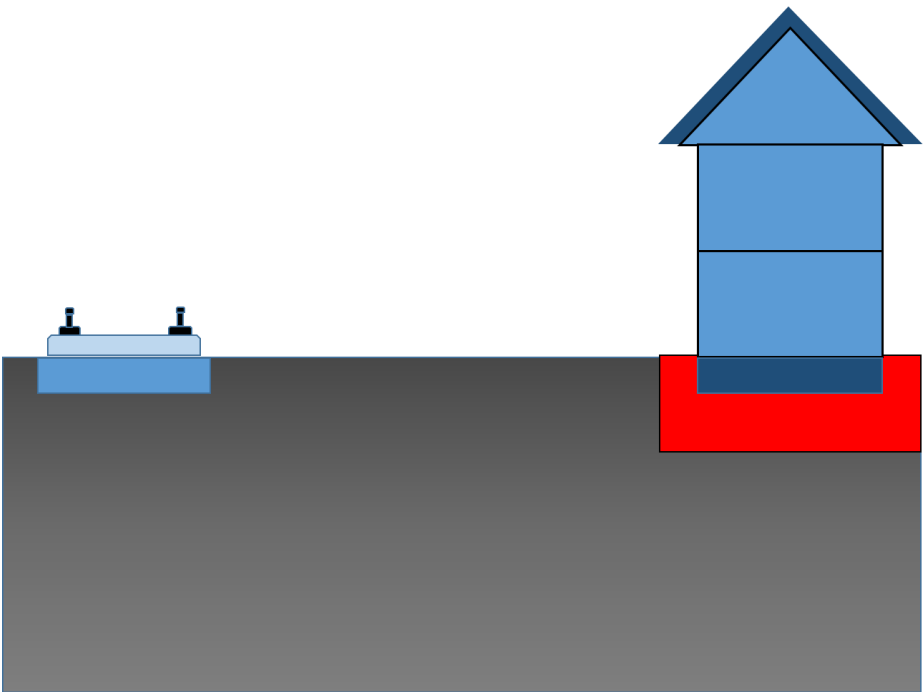


Extra stabilietitswanden in pand





Verzwaren fundering



Aanbrengen dempende massa

## BIJLAGE D KOSTENANALYSE VAN MAATREGELLEN

In deze bijlage, wordt de kostenanalyse voor twee maatregelen, “diepwand” en “jet-groutwand” weergegeven.

Diepwand 1: H = 10m

Diepwand h=10m solitair werk Prijzen gebaseerd op prijspeil 2014					
Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs		
Trillingsmaatregelen vrije baan					
Werkzaamheden worden solitair uitgevoerd					
Diepwand voorzien van wapening ca 40kg/m3					
Diepwand dik 500mm L=100m H=10m	1,000.00	m2	€ 500.00	€	500,000.00
<b>Totaal benoemde directe bouwkosten</b>				€	<b>500,000.00</b>
Opslag percentage bouwkosten trillingsmaatregelen			55.05%	€	275,259.10
<b>Totaal Bouwkosten trillingsmaatregelen</b>		<b>T-Waarde</b>		€	<b>775,259.00</b>
Vastgoedkosten		Niet van toepassing			
Engineeringskosten			5.00%	€	38,762.95
Overige Bijkomende kosten			6.60%	€	51,167.09
<b>Totaal Basisraming trillingsmaatregelen</b>		<b>T-Waarde</b>		€	<b>865,189.00</b>
Project onvoorzien			10.00%	€	86,518.90
<b>Totaal investeringskosten</b>		<b>T-Waarde</b>		€	<b>951,708.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>		<b>T-Waarde incl. afronding</b>		€	<b>1,151,600.00</b>
Scheefte op basis van expert judgement			3.00%	€	28,551.24
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW en PEAT-kosten</b>		<b>Mu-waarde</b>		€	<b>980,259.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW en excl. PEAT-kosten</b>		<b>Mu-waarde incl. afronding</b>		€	<b>1,186,100.00</b>
PEAT-kosten (6% Plankosten + 13,75% Realisatiekosten)			19.75%	€	193,601.15
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW</b>		<b>Mu-waarde</b>		€	<b>1,173,860.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>		<b>Mu-waarde incl. afronding</b>		€	<b>1,420,400.00</b>
<b>Prijs per m1 ( Mu-waarde incl. PEAT en BTW )</b>			100 m1	€	<b>14,200.00</b>

## Diepwand 2: H = 15m

Diepwand h=15m solitair werk					
Prijzen gebaseerd op prijspeil 2014					
Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs		
Trillingsmaatregelen vrije baan					
Werkzaamheden worden solitair uitgevoerd					
Diepwand voorzien van wapening ca 40kg/m3					
Diepwand dik 500mm L=100m H=15m	1,500.00	m2	€ 420.00	€	630,000.00
<b>Totaal benoemde directe bouwkosten</b>				€	<b>630,000.00</b>
Opslag percentage bouwkosten trillingsmaatregelen			55.05%	€	346,826.47
<b>Totaal Bouwkosten trillingsmaatregelen</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>976,826.00</b>
Vastgoedkosten			Niet van toepassing		
Engineeringskosten			5.00%	€	48,841.30
Overige Bijkomende kosten			6.60%	€	64,470.52
<b>Totaal Basisraming trillingsmaatregelen</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>1,090,138.00</b>
Project onvoorzien			10.00%	€	109,013.80
<b>Totaal investeringskosten</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>1,199,152.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>			<b>T-Waarde incl. afronding</b>		<b>€ 1,451,000.00</b>
Scheefte op basis van expert judgement			3.00%	€	35,974.56
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW en PEAT-kosten</b>			<b>Mu-waarde</b>	€	<b>1,235,127.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW en excl. PEAT-kosten</b>			<b>Mu-waarde incl. afronding</b>		<b>€ 1,494,500.00</b>
PEAT-kosten (6% Plankosten + 13,75% Realisatiekosten)			19.75%	€	243,937.58
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW</b>			<b>Mu-waarde</b>	€	<b>1,479,065.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>			<b>Mu-waarde incl. afronding</b>		<b>€ 1,789,700.00</b>
<b>Prijs per m1 ( Mu-waarde incl. PEAT en BTW )</b>				100 m1	<b>€ 17,900.00</b>

### Diepwand 3: H = 20m

Diepwand h=20m solitair werk					
Prijzen gebaseerd op prijspeil 2014					
Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs		
Trillingsmaatregelen vrije baan					
Werkzaamheden worden solitair uitgevoerd					
Diepwand voorzien van wapening ca 40kg/m3					
Diepwand dik 500mm L=100m H=20m	2,000.00	m2	€ 380.00	€	760,000.00
<b>Totaal benoemde directe bouwkosten</b>				€	<b>760,000.00</b>
Opslag percentage bouwkosten trillingsmaatregelen			55.05%	€	418,393.83
<b>Totaal Bouwkosten trillingsmaatregelen</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>1,178,394.00</b>
Vastgoedkosten			Niet van toepassing		
Engineeringskosten			5.00%	€	58,919.70
Overige Bijkomende kosten			6.60%	€	77,774.00
<b>Totaal Basisraming trillingsmaatregelen</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>1,315,088.00</b>
Project onvoorzien			10.00%	€	131,508.80
<b>Totaal investeringskosten</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>1,446,597.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>			<b>T-Waarde incl. afronding</b>		<b>€ 1,750,400.00</b>
Scheefte op basis van expert judgement			3.00%	€	43,397.91
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW en PEAT-kosten</b>			<b>Mu-waarde</b>	€	<b>1,489,995.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW en excl. PEAT-kosten</b>			<b>Mu-waarde incl. afronding</b>		<b>€ 1,802,900.00</b>
PEAT-kosten (6% Plankosten + 13,75% Realisatiekosten)			19.75%	€	294,274.01
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW</b>			<b>Mu-waarde</b>	€	<b>1,784,269.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>			<b>Mu-waarde incl. afronding</b>		<b>€ 2,159,000.00</b>
<b>Prijs per m1 ( Mu-waarde incl. PEAT en BTW )</b>			100 m1	€	<b>21,600.00</b>

## Jet-groutwand 1: H = 13m

Jet-grout palenwand h=13m solitair werk (kleine hoeveelheid)					
Prijzen gebaseerd op prijspeil 2014					
Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs		
Trillingsmaatregelen vrije baan					
Werkzaamheden worden solitair uitgevoerd					
Jet-grout palenwand met diameter 1.500 mm					
Jet-grout palenwand Ø 1500mm L=265m H=13m	265.00	m1	€ 6,900.00	€	1,828,500.00
<b>Totaal benoemde directe bouwkosten</b>				€	<b>1,828,500.00</b>
Opslag percentage bouwkosten trillingsmaatregelen			55.05%	€	1,006,622.53
<b>Totaal Bouwkosten trillingsmaatregelen</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>2,835,123.00</b>
Vastgoedkosten			Niet van toepassing		
Engineeringskosten			5.00%	€	141,756.15
Overige Bijkomende kosten			6.60%	€	187,118.12
<b>Totaal Basisraming trillingsmaatregelen</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>3,163,997.00</b>
Project onvoorzien			10.00%	€	316,399.70
<b>Totaal investeringskosten</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>3,480,397.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>			<b>T-Waarde incl. afronding</b>		€ 4,211,300.00
Scheefte op basis van expert judgement			3.00%	€	104,411.91
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW en PEAT-kosten</b>			<b>Mu-waarde</b>	€	<b>3,584,809.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW en excl. PEAT-kosten</b>			<b>Mu-waarde incl. afronding</b>		€ 4,337,600.00
PEAT-kosten (6% Plankosten + 13,75% Realisatiekosten)			19.75%	€	707,999.78
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW</b>			<b>Mu-waarde</b>	€	<b>4,292,809.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>			<b>Mu-waarde incl. afronding</b>		€ 5,194,300.00
<b>Prijs per m1 ( Mu-waarde incl. PEAT en BTW )</b>			265 m1	€	<b>19,600.00</b>

## Jet-groutwand 2: H = 18m

Jet-grout palenwand h=18m solitair werk (kleine hoeveelheid)					
Prijzen gebaseerd op prijspeil 2014					
Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs		
Trillingsmaatregelen vrije baan					
Werkzaamheden worden solitair uitgevoerd					
Jet-grout palenwand met diameter 1.500 mm					
Jet-grout palenwand Ø 1500mm L=265m H=18m	265.00	m1	€ 8,600.00	€	2,279,000.00
<b>Totaal benoemde directe bouwkosten</b>				€	<b>2,279,000.00</b>
Opslag percentage bouwkosten trillingsmaatregelen			55.05%	€	1,254,630.98
<b>Totaal Bouwkosten trillingsmaatregelen</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>3,533,631.00</b>
Vastgoedkosten			Niet van toepassing		
Engineeringskosten			5.00%	€	176,681.55
Overige Bijkomende kosten			6.60%	€	233,219.65
<b>Totaal Basisraming trillingsmaatregelen</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>3,943,532.00</b>
Project onvoorzien			10.00%	€	394,353.20
<b>Totaal investeringskosten</b>			<b>T-Waarde</b>	€	<b>4,337,885.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>			<b>T-Waarde incl. afronding</b>		€ 5,248,800.00
Scheefte op basis van expert judgement			3.00%	€	130,136.55
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW en PEAT-kosten</b>			<b>Mu-waarde</b>	€	<b>4,468,022.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW en excl. PEAT-kosten</b>			<b>Mu-waarde incl. afronding</b>		€ 5,406,300.00
PEAT-kosten (6% Plankosten + 13,75% Realisatiekosten)			19.75%	€	882,434.35
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW</b>			<b>Mu-waarde</b>	€	<b>5,350,456.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>			<b>Mu-waarde incl. afronding</b>		€ 6,474,100.00
<b>Prijs per m1 ( Mu-waarde incl. PEAT en BTW )</b>			265 m1	€	<b>24,400.00</b>

Jet-groutwand 3: H = 23m

Jet-grout palenwand h=23m solitair werk (kleine hoeveelheid)						
Prijzen gebaseerd op prijspeil 2014						
Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs			
Trillingsmaatregelen vrije baan						
Werkzaamheden worden solitair uitgevoerd						
Jet-grout palenwand met diameter 1.500 mm						
Jet-grout palenwand Ø 1500mm L=265m H=23m	265.00	m1	€	10,000.00	€	2,650,000.00
<b>Totaal benoemde directe bouwkosten</b>					€	<b>2,650,000.00</b>
Opslag percentage bouwkosten trillingsmaatregelen				55.05%	€	1,458,873.23
<b>Totaal Bouwkosten trillingsmaatregelen</b>				<b>T-Waarde</b>	€	<b>4,108,873.00</b>
Vastgoedkosten				Niet van toepassing		
Engineeringskosten				5.00%	€	205,443.65
Overige Bijkomende kosten				6.60%	€	271,185.62
<b>Totaal Basisraming trillingsmaatregelen</b>				<b>T-Waarde</b>	€	<b>4,585,502.00</b>
Project onvoorzien				10.00%	€	458,550.20
<b>Totaal investeringskosten</b>				<b>T-Waarde</b>	€	<b>5,044,052.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>				<b>T-Waarde incl. afronding</b>	€	<b>6,103,300.00</b>
Scheefte op basis van expert judgement				3.00%	€	151,321.56
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW en PEAT-kosten</b>				<b>Mu-waarde</b>	€	<b>5,195,374.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW en excl. PEAT-kosten</b>				<b>Mu-waarde incl. afronding</b>	€	<b>6,286,400.00</b>
PEAT-kosten (6% Plankosten + 13,75% Realisatiekosten)				19.75%	€	1,026,086.37
<b>Totaal investeringskosten excl. BTW</b>				<b>Mu-waarde</b>	€	<b>6,221,460.00</b>
<b>Totaal investeringskosten incl. BTW</b>				<b>Mu-waarde incl. afronding</b>	€	<b>7,528,000.00</b>
<b>Prijs per m1 ( Mu-waarde incl. PEAT en BTW )</b>				265 m1	€	<b>28,400.00</b>

## **BIJLAGE E: MAATREGELEN AFWEGING**



Detailkaarten: Sint Lucasstraat en Sint Maartenstraat



Legenda

Percentage reductie noodzakelijk (maatgevend Vmax/Vper)



Legenda

Percentage reductie noodzakelijk (maatgevend Vmax/Vper)

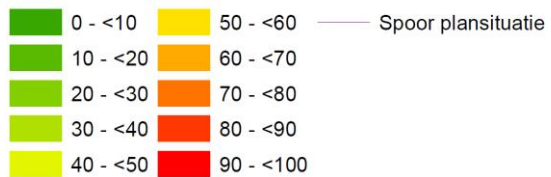


Detailkaarten: Veemarktweg en Peellandstraat



Legenda

Percentage reductie noodzakelijk (maatgevend Vmax/Vper)

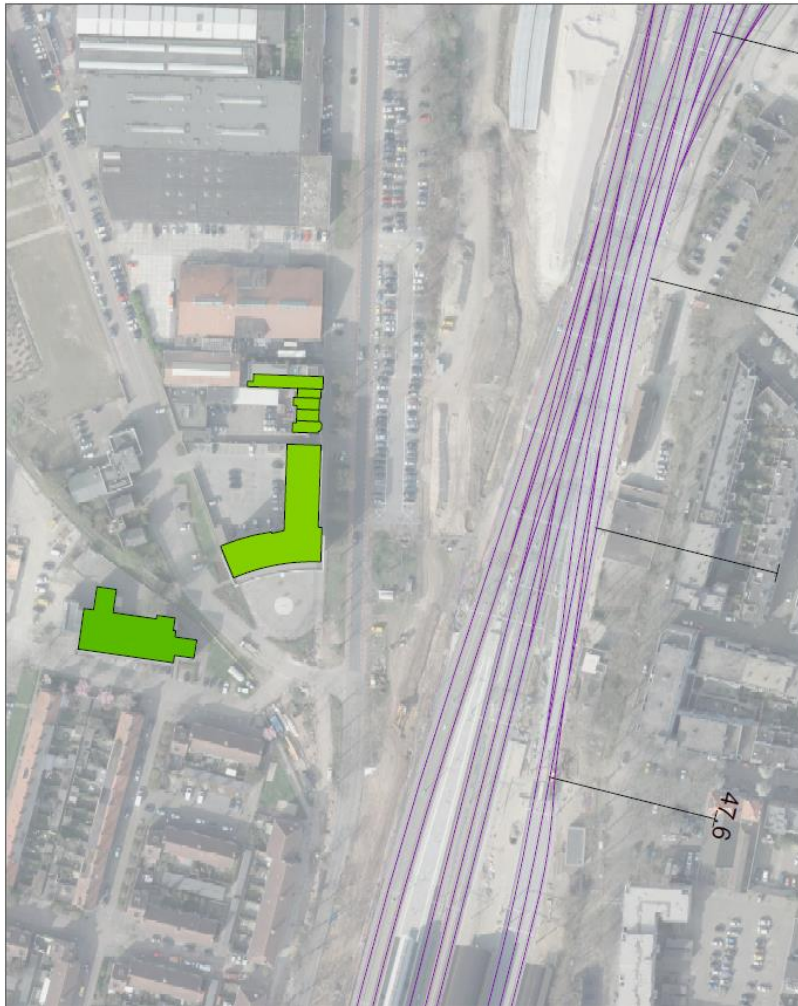


Legenda

Percentage reductie noodzakelijk (maatgevend Vmax/Vper)



Detailkaarten: Parallelweg & Celsiusstraat



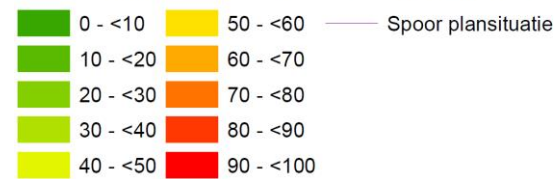
Legenda

Percentage reductie noodzakelijk (maatgevend Vmax/Vper)



Legenda

Percentage reductie noodzakelijk (maatgevend Vmax/Vper)

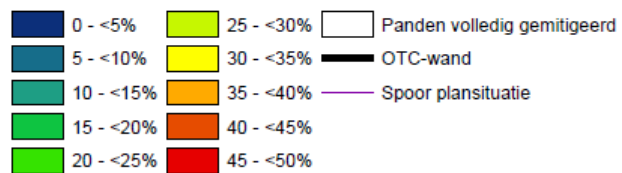


Maatregelenkaarten: Sint Lucasstraat en Sint Maartenstraat



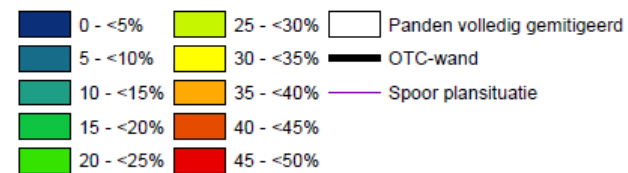
Legenda

Percentage reductie noodzakelijk na toepassing maatregelen



Legenda

Percentage reductie noodzakelijk na toepassing maatregelen

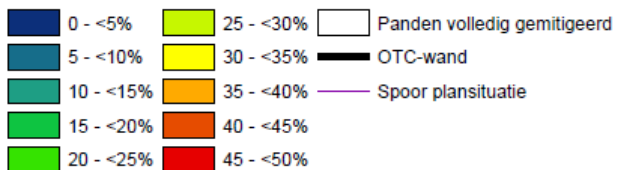


Maatregelenkaarten: Peellandstraat en combinaties oostzijde emplacement



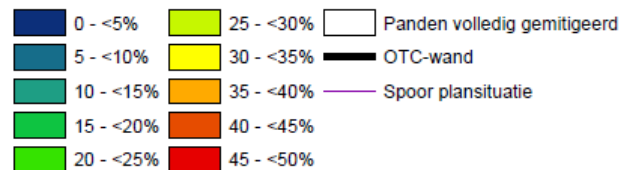
Legenda

Percentage reductie noodzakelijk na toepassing maatregelen

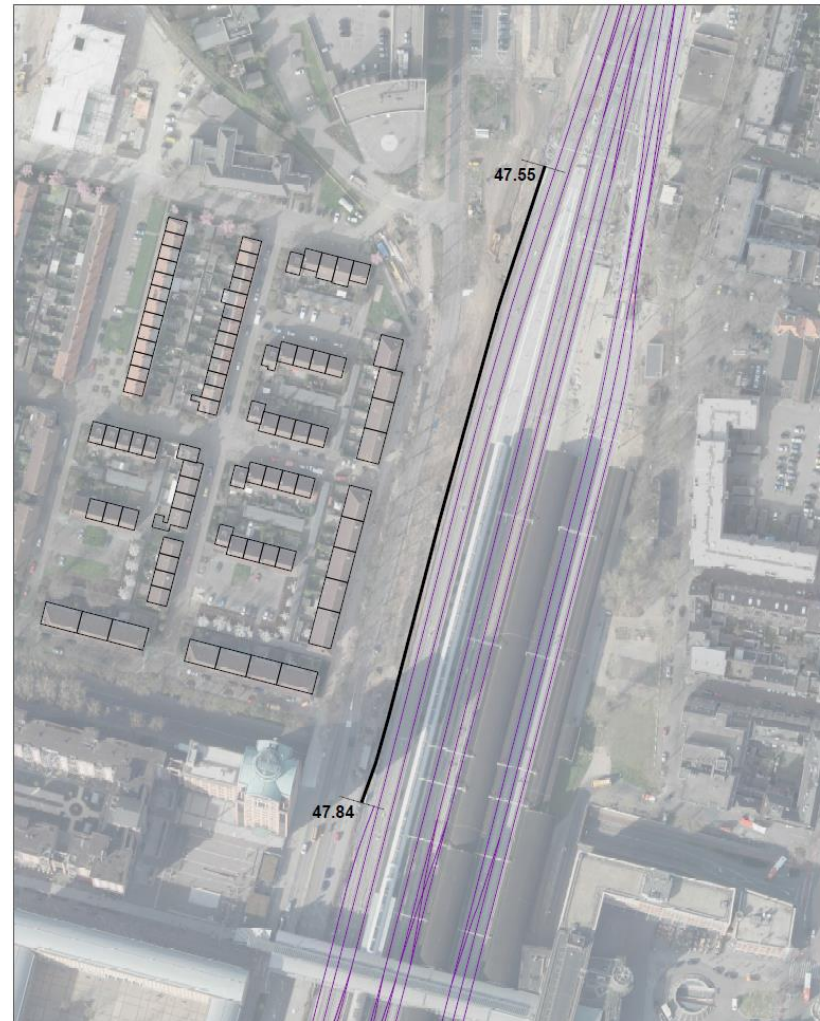
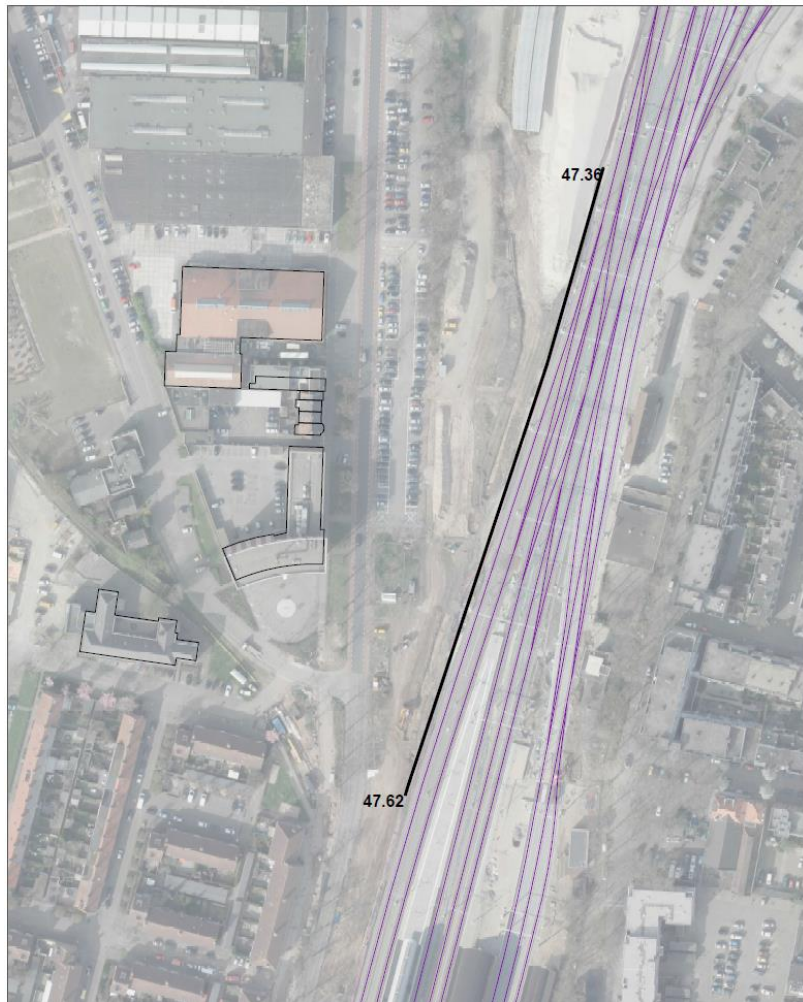


Legenda

Percentage reductie noodzakelijk na toepassing maatregelen

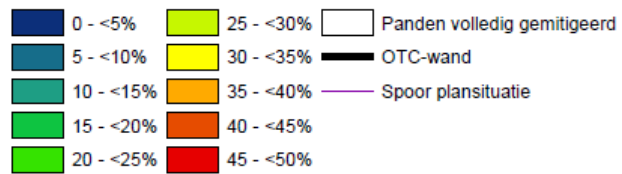


Maatregelenkaarten: Parallelweg en Celciusstraat



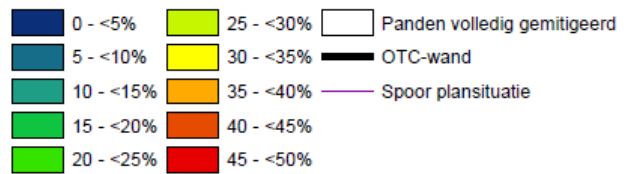
Legenda

Percentage reductie noodzakelijk na toepassing maatregelen



Legenda

Percentage reductie noodzakelijk na toepassing maatregelen

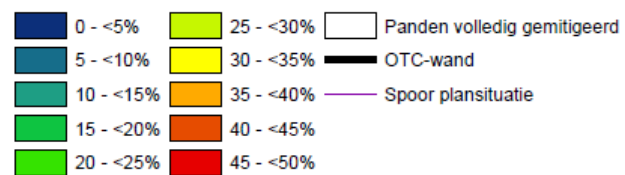


## Maatregelenkaart: Combinatie westzijde emplacement



### Legenda

#### Percentage reductie noodzakelijk na toepassing maatregelen



## **BIJLAGE F NOTITIE CAMERA-ANALYSE**

Camera-analyse, Analyse spoorgebruik goederentreinen in Den Bosch, M.2015.0420.05.N001, 7 april 2017  
DGMR



## Camera-analyse

<i>datum</i>	7 april 2017	<i>project</i>	Arcadis - Trillingen nameting TB Sporen in Den Bosch
<i>vestiging</i>	Den Haag		Arcadis - Trillingen nameting TB Sporen in Den Bosch
<i>uw kenmerk</i>	--	<i>betreft</i>	Camera-analyse
<i>ons kenmerk</i>	M.2015.0420.05.N001	<i>versie</i>	003
<i>verwerkt door</i>	LN   SBA   BRA	<i>contactpersoon</i>	ing. M.H.C. (Thijs) Ruiter
		<i>e-mail / telefoon</i>	tru@dgmr.nl / 088 346 78 57

### Analyse spoorgebruik goederentreinen in Den Bosch

DGMR heeft in samenwerking met Sensornet metingen uitgevoerd volgens de BTS-methode voor het tracébesluit Den Bosch. Dit in het kader van SiDB. Als gevolg van deze metingen wordt over de meetperiode er een analyse gemaakt van de rijsheden per spoor gedurende de metingen. De meetperiode bedraagt 23.6 dagen met als startdatum 30 oktober 2015.

Om de analyse uit te voeren worden de volgende vragen beantwoord in deze notitie:

- Rijdt er op alle acht sporen een goederentrein?
- Wat is de snelheid van deze goederentrein op het betreffende spoor.

De analyse is uitgevoerd over de gemiddelde trilling events die als goederentrein zijn geclassificeerd en over niet gemiddelde events waarbij de eventduur groter of gelijk is aan 25 seconden. Op de camerabeelden zijn tien sporen zichtbaar door de positie en de ligging van wissels in plaats van acht. Daarom is de analyse over tien sporen uitgevoerd. De gegevens in de tabel 1 zijn tot stand gekomen aan de hand van de volgende filtering in de BTS viewer: snelheid van hoog naar laag, type trein. Daarnaast is gekeken naar de events die niet gemiddeld zijn. Daarbij is de volgende filtering toegepast: duur event van hoog naar laag, snelheid van hoog naar laag, type trein. Indien er meerdere treinen, in verschillende events, door deze filtering op een spoor gesignaleerd, is de hoogste gemeten snelheid van een goederentrein op het betreffende spoor gerapporteerd. Indien er in een event of film zowel een reizigers- als goederentrein waargenomen is, is het betreffende event niet meegenomen omdat niet vast gesteld kan worden bij welke trein de gemeten snelheid hoort.

De weergegeven snelheid en de vraag of er op elk spoor een goederentrein rijdt, is beantwoord in onderstaande tabel. In bijlage 1 zijn de snapshots van de betreffende goederentreinen toegevoegd.

**tabel 1: snelheid treinen over de diverse sporen.**

Spoor	Goederentrein	Datum en tijd	Snelheid [km/u]
1	Nee		
2	Ja	2015-11-17 00:25:03	60
3	Nee		
4	Ja	2015-11-13 02:42:19	67
5	Ja	2015-11-15 16:59:32	88
6	Ja	2015-11-13 01:12:05	106
7	Ja	2015-11-14 02:37:07	78
8	Ja	2015-11-03 02:17:21	76
9	Ja	2015-11-19 05:38:41	81
10	Ja	2015-11-10 01:17:11	71

**Conclusie**

Gedurende de meetperiode voor het vaststellen van de trillingen zijn 109 events als goederentreinen gemodereerd voor de BTS methodiek. Daarnaast is tevens gekeken naar niet gemodereerde events waarbij de trillingsduur groter of gelijk was aan 25 seconden. Van alle bekeken treinen, volgens de eerder beschreven filtering, rijden de treinen niet op alle sporen. De hoogste gemeten rijsnelheid is 106 km/u voor spoor 6. Bij de overige sporen is de hoogst gemeten rijsnelheid lager.

p.o.



ing. J.J.A. (Hans) van Leeuwen  
DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.

## Bijlage 1

Titel

Snapshots camera beelden



figuur 1: Trein spoor 2



figuur 2: Trein spoor 4



figuur 3: Trein spoor 5



figuur 4: Trein spoor 6



figuur 5: Trein spoor 7



figuur 6: Trein spoor 8



figuur 7: Trein spoor 9



figuur 8: Trein spoor 10

## **BIJLAGE G: OVERZICHT MAATREGELENAFWEGING**

Toelichting op tabel:

In deze bijlage opgenomen tabel wordt per afzonderlijk beschouwd cluster een overzicht verstrekt van de afgewogen maatregelen in stap 3 van de doelmatigheidsafweging. Er worden in de tabel per cluster maximaal 4 maatregelsets gepresenteerd.

In de maatregelkolommen (kolom nrs 5 t/m 8)) worden de volgende afkortingen gehanteerd:

- DW = diepwand (OTC)
- JW = jet-groutwand (OTC)

In kolom 9 is de maximale effectiviteit van de maatregelen sets weergegeven.

In kolom 10 is de addionele benodigde reductie na het toepassing van de maatregelen sets weergegeven.

In kolom 11 is het aantal woningen en het oppervlakte andere activiteits/bedrijfsruimten weergegeven.

In de kolommen 12 t/m 15 is voor elke maatregelset het aantal woningen cq. het vloeroppervlak van de overige panden weergegeven waarvoor de maatregel tot een volledige mitigatie leidt. Indien de maatregel voor alle afwegingspanden voldoende mitigatie oplevert is de cel "groen gemarkeerd".

De investeringskosten van de beschouwde maatregelsets zijn in de kolommen 16 t/m 19 vermeld. Op basis van de kosten en de gebruiksfunctie van de afwegingspanden is per maatregelset de kostendoelmatigheid bepaald, zoals weergegeven in de kolommen 20 t/m 23. In de cellen is middels een donker groene stip aangegeven wanneer deze set op basis van kostendoelmatigheid voldoet. Een rode stip betekent dat er geen kostendoelmatigheid is voor deze maatregelset.

In de kosten kolommen is per cluster-maatregel combinatie middels een gele markering aangegeven dat deze maatregelset voldoet op alle aspecten van doelmatigheid.

De analyse is voor alle clusters uitgevoerd op basis van een toetsing aan de bovengrens criteria van de Bts zoals beschreven in de rapportage (in tabel aangeduid als "Bts max situatie"). Per deelgebied is aanvullend de impact van de maatregelenafweging beoordeeld als deze wordt betrokken op de afwegingspanden waarvoor geldt dat ofwel de toename van  $v_{\max}$  groter is dan 30% ofwel niet wordt voldaan aan toetstingscriteria voor  $v_{\text{per}}$ . Indien deze zogenaamde 30% regel voor een cluster tot een afwijkende streefwaarde voor de trillingsreductie leidt, is dit middels een grijsmarkering in kolom 2 weergegeven.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Situatie	Nummer	Cluster	Max benodigde reductie (%)	Maatr. 1	Maatr. 2	Maatr. 3	Maatr. 4	Max. Effectiviteit (%)	Tekort Reductie (%)	Aantal [-] (Oppervlakte [m <sup>2</sup> ])	Mitig. 1	Mitig. 2	Mitig. 3	Mitig. 4	Kosten 1	Kosten 2	Kosten 3	Kosten 4	Doelmat. 1	Doelmat. 2	Doelmat. 3	Doelmat. 4	
SIDB	<b>Bts max plansituatie</b>			<b>Totale Som</b>	<b>€ 13.345.500</b>																		
	1	Sint Lucasstraat	79%	JW	JW	n.v.t.	n.v.t.	15%	29%	55 (0)	0	8	n.v.t.	n.v.t.	€ 2.744.000	€ 3.416.000	n.v.t.	n.v.t.	0,00	0,11	n.v.t.	n.v.t.	
	2	Sint Maartenstraat	23%	DW	DW	JW	JW	100%	0%	178 (0)	174	178	174	178	€ 4.402.000	€ 5.549.000	€ 6.076.000	€ 7.564.000	1,86	1,51	1,35	1,11	
	3	Veemarktweg	23%	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0 (449)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	4	Peellandstraat	64%	JW	JW	JW	JW	80%	11%	53 (0)	21	24	32	n.v.t.	€ 1.764.000	€ 2.196.000	€ 2.556.000	n.v.t.	0,56	0,51	0,59	n.v.t.	
	-	Combinatie 1,2,4	79%	JW+DW	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	76%	29%	286 (0)	218	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 9.194.000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
	5	Parallelweg	29%	DW	JW	n.v.t.	n.v.t.	100%	0%	5 (4610)	5 (4610)	5 (4610)	n.v.t.	n.v.t.	€ 3.962.000	€ 5.096.000	n.v.t.	n.v.t.	0,13	0,09	n.v.t.	n.v.t.	
	6	Celsiusstraat	64%	DW	DW	JW	JW	100%	0%	195 (0)	193	195	193	195	€ 5.191.000	€ 7.076.000	€ 6.264.000	€ 8.236.000	1,75	1,28	1,46	1,11	
	-	Combinatie 6,7	64%	JW	DW	n.v.t.	n.v.t.	100%	0%	200 (4610)	200 (4610)	200 (4610)	n.v.t.	n.v.t.	€ 10.680.000	€ 7.796.500	n.v.t.	n.v.t.	0,90	1,24	n.v.t.	n.v.t.	
	<b>Bts 30% regel plansituatie</b>			<b>Totale Som</b>	<b>€ 11.431.000</b>																		
	1	Sint Lucasstraat	11%	JW	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	100%	0%	55 (0)	55	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 2.744.000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,94	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
	2	Sint Maartenstraat	23%	DW	DW	JW	JW	100%	0%	178 (0)	174	178	174	178	€ 4.402.000	€ 5.549.000	€ 6.076.000	€ 7.564.000	1,86	1,51	1,35	1,11	
	3	Veemarktweg	23%	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0 (449)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	4	Peellandstraat	11%	JW	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	100%	0%	53 (0)	53	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 1.764.000	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,41	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
	5	Parallelweg	29%	DW	JW	n.v.t.	n.v.t.	100%	0%	5 (4610)	5 (4610)	5 (4610)	n.v.t.	n.v.t.	€ 3.962.000	€ 5.096.000	n.v.t.	n.v.t.	0,13	0,09	n.v.t.	n.v.t.	
	6	Celsiusstraat	35%	DW	JW	n.v.t.	n.v.t.	100%	0%	195 (0)	195	195	n.v.t.	n.v.t.	€ 4.118.000	€ 5.684.000	n.v.t.	n.v.t.	2,23	1,61	n.v.t.	n.v.t.	



## **BIJLAGE H: OVERZICHT HET INVLOED VAN MAATREGELENSSETS OP VMAX EN VPER**

*Toelichting op tabel:*

In de navolgende tabel wordt voor de clusters waar een maatregel voor wordt toegepast het effect van de maatregel nader toegelicht in de vorm van  $V_{max}$  en  $V_{per}$  na mitigatie.

Toelichting op de kolommen:

In de kolommen 10 en 14 zijn de  $V_{max}$  referentie en  $V_{per}$  referentie per rij panden weergegeven.

In de kolommen 11 en 15 zijn de  $V_{max}$  doelwaarde en  $V_{per}$  doelwaarde per rij panden weergegeven.

In de kolommen 12 en 16 zijn de plansituatie  $V_{max}$  en plansituatie  $V_{per}$  per rij panden weergegeven.

In de kolommen 13 en 17 zijn de overschrijding reductie van  $V_{max}$  en overschrijding reductie van  $V_{per}$  per rij panden weergegeven.

In kolom 18 is het effectiviteit van de maatregelset per rij panden weergegeven.

In de kolommen 19 t/m 20 zijn de gereduceerde waarden van  $V_{max}$  en  $V_{per}$  als gevolg van de mitigatie door de maatregelset weergegeven.

In deze tabel worden de resultaten voor cluster cluster Sint Lucasstraat (met 30% regel), Sint Maartenstraat, cluster Peellandstraat (met 30% regel), cluster Parallelweg, cluster Celciusstraat gepresenteerd.

Cluster Sint Lucasstraat (30% regel)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PAND_Short	Woonplaats	Straat	Huisnr	Aantal panden	Bouwjaar	Locatie	Kilometre		Vmax ref	Vmax			Vper			Maatregelset			
							ring	D_ref		doelwaar	Max Vmax	Reductie Vmax	ref de	Vper	Reductie Vper	effectiviteit	Vmax	Vper	
7961206866	's-Hertogenbosch	Sint Crispijnstraat	4,6,8,10,14,2,12	7	1988	Oost	47,41	77,63	0,951	1,237	1,385	11%	0,192	0,192	0,205	6%	58%	0,583	0,086
7961213258	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	365,367	2	1988	Oost	47,42	46,28	1,280	1,663	1,862	11%	0,256	0,256	0,273	6%	46%	0,997	0,146
7961272540	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	361,363	2	1910	Oost	47,43	46,08	1,280	1,663	1,862	11%	0,256	0,256	0,273	6%	47%	0,996	0,146
7961223060	's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	38,40	2	1911	Oost	47,43	59,22	1,126	1,464	1,639	11%	0,226	0,226	0,241	6%	47%	0,871	0,128
7961272539	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	357,359	2	1910	Oost	47,44	46,09	1,280	1,663	1,862	11%	0,256	0,256	0,273	6%	47%	0,996	0,146
7961203554	's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	34,36	2	1988	Oost	47,44	63,30	1,084	1,409	1,578	11%	0,218	0,218	0,233	6%	48%	0,815	0,120
7961252809	's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	30,32	2	1911	Oost	47,44	67,82	1,044	1,357	1,519	11%	0,210	0,210	0,224	6%	50%	0,757	0,112
7961274746	's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	28	1	1911	Oost	47,44	74,29	0,978	1,271	1,423	11%	0,197	0,197	0,210	6%	55%	0,641	0,095
7961232803	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	353,355	2	1988	Oost	47,44	45,97	1,293	1,697	1,881	10%	0,259	0,259	0,276	6%	47%	1,005	0,147
7961206431	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	54	1	1911	Oost	47,44	78,90	0,943	1,225	1,372	11%	0,190	0,190	0,203	6%	59%	0,564	0,083
7961252808	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	349,351	2	1988	Oost	47,45	45,83	1,293	1,697	1,881	10%	0,259	0,259	0,276	6%	47%	1,004	0,147
7961272541	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	50,52	2	1911	Oost	47,45	66,20	1,054	1,397	1,534	9%	0,212	0,212	0,226	6%	49%	0,775	0,114
7961223059	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	347,345	2	1988	Oost	47,45	45,70	1,293	1,697	1,881	10%	0,259	0,259	0,276	6%	47%	1,003	0,147
7961236193	's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat,Sint Maartenstraat	26,19	2	1911	Oost	47,46	93,66	0,823	1,070	1,198	11%	0,125	0,125	0,128	3%	52%	0,569	0,061
7961252810	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	46,48	2	1911	Oost	47,46	66,18	1,054	1,370	1,534	11%	0,212	0,212	0,226	6%	49%	0,775	0,114
7961265037	's-Hertogenbosch	Sint Lucasstraat	22,24	2	1911	Oost	47,46	97,98	0,794	1,032	1,156	11%	0,078	<A3	0,000	0%	58%	0,490	0,000
7961252807	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	341,343	2	1988	Oost	47,46	45,57	1,293	1,697	1,881	10%	0,259	0,259	0,276	6%	47%	1,003	0,147
7961213259	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	44,42	2	1911	Oost	47,46	65,92	1,064	1,383	1,548	11%	0,214	0,214	0,228	6%	49%	0,784	0,116
7961203553	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	337,339	2	1988	Oost	47,47	45,31	1,293	1,697	1,881	10%	0,259	0,259	0,276	6%	47%	1,001	0,147
7961213260	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	38,40	2	1911	Oost	47,47	65,90	1,064	1,383	1,548	11%	0,214	0,214	0,228	6%	49%	0,784	0,116
7961252806	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	333,335	2	1911	Oost	47,48	44,94	1,306	1,697	1,901	11%	0,261	0,261	0,279	6%	47%	1,009	0,148
7961214654	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	15,17	2	1911	Oost	47,48	93,04	0,823	1,070	1,198	11%	0,125	0,125	0,128	3%	52%	0,579	0,062
7961242708	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	36,34	2	1911	Oost	47,48	65,31	1,064	1,383	1,548	11%	0,214	0,214	0,228	6%	49%	0,788	0,116
7961213257	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	329,331	2	1988	Oost	47,48	44,57	1,306	1,697	1,901	11%	0,261	0,261	0,279	6%	47%	1,007	0,148
7961274325	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	30,32	2	1911	Oost	47,48	65,24	1,064	1,383	1,548	11%	0,214	0,214	0,228	6%	49%	0,788	0,116
7961227641	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	11,13	2	1987	Oost	47,48	92,68	0,830	1,079	1,209	11%	0,126	0,126	0,130	3%	51%	0,588	0,063

## Cluster Sint Maartenstraat

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PAND Short	Woonplaats	Straat	Huisnr	Aantal panden	Bouwjaar	Locatie	Kilometre ring	D_ref	Vmax ref	Vmax de	Max Vmax	Reductie Vmax	Vper ref	Vper de	Vper	Reductie Vper	Maatregelset effectiviteit	Vmax	Vper
7961279318	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	327,325	2	1911	Oost	47,49	44,18	0,224	0,291	0,379	23%	0,119	0,119	0,123	3%	37%	0,238	0,077
7961267403	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	7,9	2	1987	Oost	47,49	92,33	0,151	0,197	0,256	23%	0,058	<A3	0,057	0%	40%	0,154	0,034
7961242709	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	28,26	2	1911	Oost	47,49	64,54	0,188	0,245	0,319	23%	0,099	<A3	0,100	0%	42%	0,184	0,058
7961254897	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	22,24	2	1911	Oost	47,49	64,48	0,188	0,245	0,319	23%	0,099	<A3	0,100	0%	42%	0,184	0,058
7961258368	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	3	1	1985	Oost	47,50	91,64	0,152	0,198	0,258	23%	0,058	<A3	0,058	0%	40%	0,156	0,035
7961259364	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	18,20	2	1911	Oost	47,50	63,86	0,127	0,165	0,215	23%	0,058	<A3	0,056	0%	41%	0,126	0,033
7961257010	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	293,295,297,299,301,303,305,	16	1985	Oost	47,50	42,70	0,152	0,198	0,258	23%	0,070	<A3	0,068	0%	37%	0,163	0,043
7961232783	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	14,16	2	1911	Oost	47,51	63,79	0,127	0,165	0,215	23%	0,058	<A3	0,056	0%	41%	0,126	0,033
7961203556	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	10,12	2	1911	Oost	47,51	63,16	0,127	0,165	0,215	23%	0,058	<A3	0,056	0%	40%	0,128	0,033
7961213261	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	8,6	2	1911	Oost	47,52	63,09	0,127	0,165	0,215	23%	0,058	<A3	0,056	0%	40%	0,128	0,033
7961227302	's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	17,11	2	1985	Oost	47,52	55,83	0,135	0,176	0,229	23%	0,062	<A3	0,060	0%	34%	0,151	0,040
7961257011	's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	15	1	1985	Oost	47,52	46,78	0,147	0,190	0,248	23%	0,067	<A3	0,065	0%	38%	0,153	0,040
7961237221	's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	13,19	2	1985	Oost	47,52	51,30	0,140	0,182	0,238	23%	0,064	<A3	0,062	0%	35%	0,155	0,041
7961223061	's-Hertogenbosch	Sint Maartenstraat	2,4	2	1911	Oost	47,52	67,17	0,123	0,159	0,208	23%	0,056	<A3	0,054	0%	47%	0,110	0,029
7961225481	's-Hertogenbosch	Cuperinusstraat	30,26,28	3	1990	Oost	47,54	56,43	0,134	0,175	0,227	23%	0,062	<A3	0,060	0%	34%	0,149	0,039
7961209307	's-Hertogenbosch	Kempenlandstraat	63,65,69,71,75,77,79,81,83,85	52	1991	Oost	47,56	36,22	0,161	0,209	0,273	23%	0,074	<A3	0,072	0%	36%	0,176	0,046
7961235036	's-Hertogenbosch	Kempenlandstraat	27,29,25,23	4	1991	Oost	47,58	50,91	0,141	0,184	0,240	23%	0,065	<A3	0,063	0%	25%	0,179	0,047
7961278342	's-Hertogenbosch	Kempenlandstraat,Boschveldweg	14,16,18,20,22,201,203,205,20	12	1913	Oost	47,61	62,21	0,128	0,166	0,216	23%	0,058	<A3	0,056	0%	29%	0,153	0,040
7961206584	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	85,87,89,91,95,97,99,105,107,	18	1985	Oost	47,64	35,76	0,162	0,211	0,275	23%	0,075	<A3	0,072	0%	27%	0,202	0,053
7961220252	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	39,43,45,47,53,55,59,61,63,67	24	1985	Oost	47,67	36,67	0,161	0,209	0,273	23%	0,074	<A3	0,072	0%	27%	0,200	0,053
7961276035	's-Hertogenbosch	Peellandstraat	34,36,38,42,44,46,48,52,54,50,	11	1985	Oost	47,69	62,75	0,128	0,166	0,216	23%	0,058	<A3	0,056	0%	30%	0,151	0,039
7961215379	's-Hertogenbosch	Peellandstraat	56,58,60,64,66,68,70,72,74,76	14	1985	Oost	47,70	44,41	0,149	0,194	0,253	23%	0,069	<A3	0,066	0%	28%	0,182	0,048

Cluster Peellandstraat (30% regel)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PAND_Short	Woonplaats	Straat	Huisnr	Aantal panden	Bouwjaar	Locatie	Kilometre ring	D_ref	Vmax ref	Vmax doelwaarde	Max Vmax	Reductie Vmax	Vper ref	Vper doelwaarde	Vper	Reductie Vper	Maatregelset effectiviteit	Vmax	Vper
7961247168	's-Hertogenbosch	Peellandstraat	1	1	1910	Oost	47.71	100.91	0.535	0.695	0.778	11%	0.000	<A3	0.000	0%	62%	0.292	0.000
7961436844	's-Hertogenbosch	Peellandstraat	3,5,7,7A,5A,5B,7B,7C	8	1953	Oost	47.72	89.24	0.572	0.744	0.833	11%	0.021	<A3	0.021	0%	52%	0.398	0.010
7961436845	's-Hertogenbosch	Peellandstraat	9,9A,13,11,9B,9C,11A,11B	8	1953	Oost	47.72	77.57	0.619	0.804	0.901	11%	0.064	<A3	0.052	0%	59%	0.372	0.022
7961436846	's-Hertogenbosch	Peellandstraat	15,17,19,19A,17A,17B,19B	8	1953	Oost	47.72	65.89	0.672	0.873	0.978	11%	0.141	ref>plan	0.141	0%	50%	0.488	0.070
7961278872	's-Hertogenbosch	Peellandstraat	23,21,25,27,29	5	1953	Oost	47.72	59.93	0.701	0.912	1.021	11%	0.149	ref>plan	0.148	0%	48%	0.530	0.077
7961236488	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	33,35	2	1954	Oost	47.72	48.71	0.762	0.990	1.109	11%	0.163	ref>plan	0.162	0%	47%	0.593	0.087
7961268405	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	33	1	1954	Oost	47.73	51.94	0.744	0.968	1.083	11%	0.159	ref>plan	0.158	0%	45%	0.595	0.087
7961248916	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	29,31	2	1890	Oost	47.73	52.67	0.739	0.960	1.075	11%	0.158	ref>plan	0.157	0%	44%	0.600	0.088
7961234962	's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	11,13	2	1950	Oost	47.74	96.15	0.548	0.712	0.797	11%	0.000	<A3	0.000	0%	56%	0.349	0.000
7961262653	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	27B,27C,27D,27E,27F,2	9	1950	Oost	47.74	53.79	0.733	0.953	1.067	11%	0.156	ref>plan	0.156	0%	44%	0.594	0.087
7961234961	's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	17,15	2	1910	Oost	47.74	89.77	0.572	0.744	0.833	11%	0.021	<A3	0.021	0%	51%	0.407	0.010
7961275606	's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	23	1	1952	Oost	47.74	71.63	0.644	0.838	0.938	11%	0.135	ref>plan	0.134	0%	54%	0.430	0.062
7961205584	's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	19,19A	2	1957	Oost	47.74	84.02	0.591	0.768	0.860	11%	0.022	<A3	0.022	0%	58%	0.358	0.009
7961235336	's-Hertogenbosch	Maaslandstraat	25	1	1950	Oost	47.75	60.82	0.696	0.905	1.013	11%	0.147	ref>plan	0.147	0%	48%	0.524	0.076
7961230181	's-Hertogenbosch	Boschveldweg	25	1	1950	Oost	47.75	54.89	0.728	0.946	1.059	11%	0.155	ref>plan	0.154	0%	45%	0.582	0.085

Cluster Parallelweg

1	2	3	4	6	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PAND_Short	Woonplaats	Straat	Huisnr	Aantal panden	Bouwjaar	Locatie	Kilometre ring	D_ref	Vmax ref	Vmax doelwaarde	Max Vmax	Reductie Vmax	Vper ref	Vper doelwaarde	Vper	Reductie Vper	Maatregelset effectiviteit	Vmax	Vper
7961246600	's-Hertogenbosch	Parallelweg	52	1	1933	West	47,48	90,42	0,181	0,235	0,333	29%	0,023	<A3	0,036	0%	64%	0,120	0,013
7961266587	's-Hertogenbosch	Parallelweg	53	1	1935	West	47,48	90,34	0,181	0,235	0,333	29%	0,023	<A3	0,036	0%	64%	0,120	0,013
7961266588	's-Hertogenbosch	Parallelweg	54	1	1933	West	47,49	89,83	0,183	0,238	0,336	29%	0,023	<A3	0,036	0%	65%	0,118	0,013
7961256578	's-Hertogenbosch	Parallelweg	55	1	1933	West	47,49	88,84	0,184	0,240	0,339	29%	0,023	<A3	0,036	0%	66%	0,115	0,012
7961226877	's-Hertogenbosch	Parallelweg	56	1	1933	West	47,50	87,07	0,186	0,242	0,342	29%	0,023	<A3	0,037	0%	68%	0,110	0,012
7961208161	's-Hertogenbosch	Parallelweg	60,58,64	3	1998	West	47,55	74,26	0,209	0,272	0,385	29%	0,026	<A3	0,041	0%	64%	0,139	0,015
7961207211	's-Hertogenbosch	Edisonstraat	9,13A,11,13,13B	5	1957	West	47,59	113,23	n.v.t.	0,313	0,364	14%	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	62%	0,138	n.v.t.

Cluster Celsiusstraat

1	2	3	4	6	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PAND_Short	Woonplaats	Straat	Huisnr	Aantal panden	Bouwjaar	Locatie	Kilometre ring	D_ref	Vmax ref	Vmax de	Max	Reductie Vmax	Vper ref	Vper de	Vper	Reductie Vper	Maatregelset effectiviteit	Vmax	Vper
7961236602	's-Hertogenbosch	Edisonstraat	2,4	2	1952	West	47,62	78,62	0,434	0,404	0,738	49%	0,039	<A3	0,066	0%	75%	0,184	0,016
7961276369	's-Hertogenbosch	Edisonstraat	16,14	2	1952	West	47,62	100,37	0,356	0,404	0,476	38%	0,032	<A3	0,054	0%	78%	0,105	0,012
7961249648	's-Hertogenbosch	Edisonstraat	10,12	2	1952	West	47,62	93,17	0,379	0,404	0,644	42%	0,034	<A3	0,057	0%	71%	0,187	0,017
7961207186	's-Hertogenbosch	Edisonstraat	6,8	2	1952	West	47,62	86,07	0,403	0,404	0,686	46%	0,037	<A3	0,061	0%	74%	0,178	0,016
7961267473	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	1	1	1952	West	47,62	127,07	0,210	0,273	0,476	3%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961229718	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	2	1	1952	West	47,62	160,36	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961236601	's-Hertogenbosch	Edisonstraat	18	1	1952	West	47,63	107,52	0,253	0,329	0,476	7%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961220118	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	3	1	1952	West	47,63	127,08	0,210	0,273	0,476	3%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961255918	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	4	1	1952	West	47,63	160,36	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961217967	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	5	1	1952	West	47,64	127,10	0,210	0,273	0,476	3%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961275837	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	6	1	1952	West	47,64	160,37	0,153	0,199	0,426	5%	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0%	62%	0,162	n.v.t.
7961210236	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	7	1	1952	West	47,64	127,11	0,210	0,273	0,476	3%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961206676	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	8	1	1952	West	47,64	160,38	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961227707	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	9	1	1952	West	47,65	127,13	0,210	0,273	0,476	3%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961216470	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	10	1	1952	West	47,65	160,39	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961226880	's-Hertogenbosch	Parallelweg	66,67,68,69,70,71	6	1954	West	47,65	56,70	0,349	0,404	0,639	41%	0,039	<A3	0,062	0%	62%	0,243	0,023
7961217968	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	11	1	1952	West	47,65	127,14	0,210	0,273	0,476	3%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961245920	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	12	1	1952	West	47,65	160,39	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961257469	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	13	1	1952	West	47,66	127,16	0,210	0,273	0,476	3%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961275836	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	14	1	1952	West	47,66	160,40	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961207187	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	16,18	2	1952	West	47,66	78,64	0,284	0,369	0,522	34%	0,032	<A3	0,051	0%	70%	0,157	0,015
7961239765	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	12,14	2	1952	West	47,66	85,98	0,266	0,346	0,489	34%	0,030	<A3	0,048	0%	75%	0,122	0,012
7961226738	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	8,10	2	1952	West	47,66	93,22	0,248	0,322	0,459	35%	0,028	<A3	0,045	0%	75%	0,115	0,011
7961276370	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	4,6	2	1952	West	47,66	100,47	0,233	0,303	0,476	35%	0,026	<A3	0,042	0%	70%	0,143	0,013
7961277403	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	15	1	1952	West	47,66	127,06	0,211	0,274	0,476	2%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961255917	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	16	1	1952	West	47,66	160,26	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961236772	's-Hertogenbosch	Parallelweg	76,72,73,74,75,77	6	1954	West	47,66	53,40	0,360	0,404	0,671	44%	0,041	<A3	0,065	0%	63%	0,248	0,024
7961277402	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	2	1	1952	West	47,67	107,23	0,253	0,329	0,476	25%	0,032	<A3	0,054	0%	76%	0,114	0,013
7961267471	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	17	1	1952	West	47,67	126,73	0,211	0,274	0,476	4%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961229717	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	18	1	1952	West	47,67	159,87	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961249619	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	19	1	1952	West	47,67	126,27	0,212	0,276	0,476	4%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961216471	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	20	1	1952	West	47,68	159,29	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961214493	's-Hertogenbosch	Parallelweg	80,78,79,81,83,82	6	1954	West	47,68	52,41	0,363	0,404	0,671	44%	0,041	<A3	0,065	0%	63%	0,248	0,024
7961277404	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	21	1	1952	West	47,68	125,61	0,213	0,277	0,476	4%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961206675	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	22	1	1952	West	47,68	158,62	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961267472	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	23	1	1952	West	47,69	124,96	0,214	0,278	0,476	7%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961236111	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	24	1	1952	West	47,69	158,03	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961267470	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	17	1	1952	West	47,69	105,03	0,254	0,330	0,476	24%	0,025	<A3	0,039	0%	76%	0,114	0,009
7961266424	's-Hertogenbosch	Parallelweg	89,85,84,86,87,88	6	1954	West	47,69	50,90	0,370	0,404	0,671	44%	0,041	<A3	0,065	0%	63%	0,248	0,024
7961247508	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	25	1	1952	West	47,69	124,49	0,215	0,280	0,476	7%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961216945	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	1,3	2	1952	West	47,69	75,97	0,292	0,379	0,527	33%	0,032	<A3	0,051	0%	70%	0,158	0,015
7961266426	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	5,7	2	1952	West	47,69	83,38	0,271	0,353	0,489	33%	0,030	<A3	0,048	0%	75%	0,122	0,012
7961210259	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	9,11	2	1952	West	47,69	90,52	0,255	0,331	0,459	33%	0,028	<A3	0,045	0%	75%	0,115	0,011

7961216946	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	13,15	2	1952	West	47,69	97,66	0,239	0,311	0,431	33%	0,026	<A3	0,042	0%	69%	0,134	0,013
7961245921	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	26	1	1952	West	47,69	157,65	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961245922	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	27	1	1952	West	47,71	126,66	0,212	0,276	0,476	3%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961275834	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	28	1	1952	West	47,71	167,22	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961275835	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	26	1	1952	West	47,71	161,36	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961265857	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	24	1	1952	West	47,71	155,51	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961229716	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	22	1	1952	West	47,71	149,68	0,155	0,202	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961216469	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	20	1	1952	West	47,71	143,81	0,175	0,228	0,476	0%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961256439	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	14,16	2	1952	West	47,71	96,85	0,241	0,314	0,431	32%	0,026	<A3	0,042	0%	70%	0,129	0,013
7961256440	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	10,12	2	1952	West	47,71	89,55	0,257	0,334	0,459	32%	0,028	<A3	0,045	0%	75%	0,115	0,011
7961266427	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	8,6	2	1952	West	47,71	82,41	0,274	0,356	0,489	32%	0,030	<A3	0,048	0%	75%	0,122	0,012
7961236603	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	2,4	2	1952	West	47,71	75,07	0,292	0,379	0,522	33%	0,032	<A3	0,051	0%	70%	0,157	0,015
7961256437	's-Hertogenbosch	Parallelweg	90,91,92,95,94,93	6	1954	West	47,72	49,83	0,374	0,404	0,671	44%	0,041	<A3	0,065	0%	63%	0,248	0,024
7961245923	's-Hertogenbosch	Celsiusstraat	18	1	1952	West	47,72	103,75	0,255	0,332	0,476	24%	0,025	<A3	0,039	0%	77%	0,109	0,009
7961218369	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	31,29	2	1952	West	47,72	122,54	0,218	0,283	0,476	7%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961238085	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	35,33	2	1952	West	47,73	120,95	0,220	0,286	0,476	8%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961266425	's-Hertogenbosch	Parallelweg	96,97,98,99,100,101	6	1954	West	47,73	48,23	0,567	0,404	0,997	62%	0,061	<A3	0,096	0%	63%	0,369	0,036
7961263870	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	37,39	2	1952	West	47,73	119,77	0,224	0,291	0,476	8%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961249692	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	43,41	2	1952	West	47,74	118,92	0,227	0,295	0,476	8%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961256438	's-Hertogenbosch	Parallelweg	104,102,103,105,106,107	6	1954	West	47,74	45,16	0,584	0,404	0,997	62%	0,061	<A3	0,096	0%	63%	0,369	0,036
7961237683	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	20	1	1952	West	47,74	99,13	0,352	0,404	0,607	38%	0,037	<A3	0,059	0%	77%	0,140	0,014
7961226740	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	32,34	2	1952	West	47,75	154,42	0,153	0,199	0,426	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961256443	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	36,38	2	1952	West	47,75	147,17	0,160	0,208	0,426	6%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961216947	's-Hertogenbosch	van Musschenbroekstraat	40,42	2	1952	West	47,75	139,93	0,179	0,233	0,476	1%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961249649	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	22,24	2	1952	West	47,75	91,48	0,379	0,404	0,646	42%	0,039	<A3	0,063	0%	69%	0,200	0,020
7961266428	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	26,28	2	1952	West	47,75	84,38	0,403	0,404	0,688	46%	0,042	<A3	0,067	0%	75%	0,172	0,017
7961236604	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	30,32	2	1952	West	47,75	77,22	0,430	0,404	0,734	49%	0,045	<A3	0,071	0%	75%	0,183	0,018
7961226739	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	34,36	2	1952	West	47,75	69,89	0,463	0,404	0,790	53%	0,048	<A3	0,077	0%	70%	0,237	0,023
7961266429	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	45,47	2	1952	West	47,75	117,49	0,228	0,296	0,476	7%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961254031	's-Hertogenbosch	Parallelweg	109,110,111,112,113,108	6	1954	West	47,76	43,69	0,596	0,404	1,018	63%	0,062	<A3	0,098	0%	63%	0,376	0,036
7961249691	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	49,51	2	1952	West	47,76	116,70	0,230	0,299	0,476	8%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961256441	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	55,53	2	1952	West	47,77	115,92	0,230	0,299	0,476	12%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961238001	's-Hertogenbosch	Parallelweg	114,115,116,117,118,119	6	1954	West	47,77	41,93	0,608	0,404	1,119	64%	0,063	<A3	0,100	0%	62%	0,425	0,038
7961256442	's-Hertogenbosch	Fahrenheitstraat	57,59	2	1952	West	47,78	114,73	0,240	0,312	0,476	11%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961257747	's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	73,75,77,79,81,83	6	1952	West	47,80	145,89	0,165	0,215	0,426	4%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,162	0,021
7961229904	's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	61,63,65,67,71,69	6	1952	West	47,80	132,27	0,190	0,247	0,476	5%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961266841	's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	49,51,55,57,59,53	6	1952	West	47,80	116,21	0,230	0,299	0,476	9%	0,032	<A3	0,054	0%	62%	0,181	0,021
7961256829	's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	37,39,41,43,45,47	6	1952	West	47,80	84,07	0,269	0,349	0,459	29%	0,028	<A3	0,045	0%	76%	0,110	0,011
7961266840	's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	29,31,33,35,27,25	6	1952	West	47,80	70,31	0,306	0,397	0,522	29%	0,032	<A3	0,051	0%	70%	0,157	0,015
7961215820	's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	13,15,19,21,23,17	6	1952	West	47,80	56,69	0,349	0,404	0,596	37%	0,036	<A3	0,058	0%	65%	0,209	0,020
7961225650	's-Hertogenbosch	Christiaan Huygensweg	1,3,7,9,11,5	6	1952	West	47,80	40,86	0,410	0,404	0,700	46%	0,043	<A3	0,067	0%	62%	0,266	0,026



**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 220

3800 AE Amersfoort

Nederland

+31 (0)88 4261261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

Onze referentie: 079362734 B.6