

# Risico- en kansenanalyse Spoortrillingen herinrichting De Vork te Heerhugowaard

Opdrachtgever: Pro6 Vastgoed B.V.  
de heer M. Reijne  
Einsteinstraat 14-C  
1821 BZ Alkmaar

Projectnummer: 211272

Versienummer: 1.0


Plaats, datum: Dordrecht, 22 maart 2021

Auteur: ing. M. Gerritsen

Controleur: ing. D.C. Blokland

Paraaf:

Paraaf:



## Inhoudsopgave

	<b>pagina</b>
1 Inleiding .....	3
1.1 Algemeen .....	3
1.2 Gegevens .....	3
2 Uitgangspunten .....	4
2.1 Huidige situatie .....	4
2.2 Herinrichting .....	4
2.3 Voelbaarheid van (spoor)trillingen .....	5
3 Eisen, normering en randvoorwaarden .....	7
3.1 Hinder .....	7
3.2 Schade .....	8
3.2.1 Maximale toetswaarden en correctiefactoren .....	8
4 Quick scan trillingshinder .....	10
4.1 Aandachtszone .....	10
4.1.1 Klachten over spoortrillingen .....	10
4.1.2 Bodemopbouw .....	10
4.1.3 Ligging waterpartijen .....	11
4.1.4 Wissels, overgangsconstructies en ES-lassen .....	11
4.1.5 Verkeersgegevens spoorwegen .....	11
4.1.6 Locatie- en type bebouwing .....	12
4.1.7 Toekomstige wijzigingen spoor .....	12
4.1.8 Aandachtszone .....	13
4.2 Te verwachten trillingsniveau's .....	14
4.2.1 Overdracht trillingen .....	14
4.2.2 Afname trillingssterkte .....	14
4.2.3 Dominante frequenties .....	14
4.2.4 Prognose .....	14
5 Conclusie .....	15

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

In opdracht van Pro6 Vastgoed B.V. is door BK Bouw- & Milieuvadvis B.V. een prognose opgesteld van de te verwachten trillingsbelasting binnen projectgebied 'De Vork, Heerhugowaard'.

Doel van het onderzoek is het in kaart brengen van de risico's en eventuele kans op hinder en gevolgschade van spoortrillingen.

Pro6 Vastgoed B.V. ontwikkeld binnen het projectgebied 78 woningen met parkeerplaatsen. Een deel van de woningen zullen op relatief korte afstand, kleiner dan 100 meter, van het spoor worden gerealiseerd. Deze woningen liggen hierdoor binnen de zogenoemde aandachtszone met betrekking tot trillingshinder door het spoor.

## 1.2 Gegevens

Ten behoeve van het onderzoek is gebruikgemaakt van de navolgende gegevens:

1. Door de opdrachtgevers aangeleverde gegevens;
2. Concept situatietekening, 18 november 2020, opgesteld door Pro6 Vastgoed, met bestandsnaam HDV VO 02sl-A2 L ST-1 situatie REV B 2021-01-29;
3. Bouwbesluit 2012;
4. Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen, ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, opgesteld door Witteveen+Bos Raadgevend ingenieurs B.V. referentie 111016/19-007.368 van mei 2019;
5. SBR-richtlijn deel A: Schade aan gebouwen; meet- en beoordelingsrichtlijn, november 2017;
6. SBR-richtlijn deel B: Hinder voor personen in gebouwen; meet- en beoordelingsrichtlijn, augustus 2002.

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Huidige situatie

De projectlocatie 'De Vork, Heerhugowaard' ligt in het gebied tussen de spoortrajecten Heerhugowaard – Obdam en Heerhugowaard – Schagen, aan de noordoostzijde van Heerhugowaard. In dit gebied zijn een volkstuinen, diverse sportverenigingen, woonvoorzieningen, agrarische bedrijven en enkele woningen aanwezig. De projectlocatie bevindt zich in de zuidoostzijde van dit gebied, nabij de kruising De Vork – Middenweg. In de huidige situatie zijn woonvoorzieningen ten behoeve van jeugdzorg op de projectlocatie gevestigd.

In figuur 1 is de locatie in de huidige situatie weergegeven waarop voorliggend onderzoek betrekking heeft.

**figuur 1: overzicht De Vork, Heerhugowaard (huidige situatie 2020)**



### 2.2 Herinrichting

Op basis van de Concept situatietekening opgesteld door Pro6 Vastgoed wordt de gehele projectlocatie herontwikkeld, waarbij de woonvoorzieningen ten behoeve van jeugdzorg plaats zullen maken voor 78 woningen. De woningen zullen verspreid over het gebied worden gebouwd. Naast de woningen zijn parkeerplaatsen en enkele speelgebieden voorzien.

In figuur 2 is de locatie in de toekomstige situatie weergegeven waarop voorliggend onderzoek betrekking heeft.

**figuur 2: overzicht De Vork, Heerhugowaard (toekomstige situatie, na herinrichting)**



## 2.3 Voelbaarheid van (spoor)trillingen

De voelbaarheid van trillingen is ter plaatse van de nieuw te bouwen woningen van belang. Deze locaties zijn gevoelig voor trillingen omdat mensen hier voor een langere periode kunnen verblijven.

Een trilling van een passerend voertuig op de weg of spoorbaan plant zich voort via de bodem naar een bouwwerk of woning. Als de trilling sterk genoeg is dan kan een bouwwerk in trilling worden gebracht. Voor bewoners kunnen deze trillingen voelbaar zijn doordat de draagconstructie/fundering van een pand de trillingen doorgeeft aan de vloer van de woning die hierdoor meetrikt. Deze trillingen zijn over het algemeen het best voelbaar op hogere verdiepingen en kunnen een gevoel van angst of ongemak veroorzaken. Ook kunnen trillingen slaapproblemen veroorzaken. In de buitenruimte is dit minder van belang. Hinder wordt om deze reden over het algemeen bepaald voor binnenruimtes.

De mate van hinder door spoortrillingen is afhankelijk van meerdere factoren, onder andere:

- De eigenschappen van het trillingssignaal (frequentie en sterkte), per treintype verschillend.
- Het aantal trillingen ofwel het aantal treinpassages.
- Het tijdstip waarop de trillingen voorkomen.
- De richting waarop de trillingen optreden (horizontaal/verticaal).

Daarnaast zijn de eigenschappen van een gebouw van belang en de ligging van het spoor ten opzichte van het gebouw. Ook kunnen het ontwerp en de kwaliteit van het spoor en het hierop rijdende materieel van invloed zijn op de trillingsbelasting op een gebouw, de bodemopbouw tussen de bron en ontvanger en het type fundering en gebouwconstructie.

De trillingssterkte wordt uitgedrukt in de zogenoemde maximale effectieve trillingsnelheid  $V_{\max,eff}$ . In onderstaand overzicht wordt de voelbaarheid van bepaalde trillingssterkten beschreven.

**tabel 1: gevoelsomschrijving trillingen**

<b>Omschrijving:</b>	<b>Sterkte <math>V_{\max,eff}</math> in mm/s</b>
Niet voelbaar	<0,1
Gevoelsgrens	=0,1
(net) Voelbaar	0,1 - 0,4
Goed voelbaar	0,4 - 1,6
Sterk voelbaar	1,6 - 6,3
Zeer sterk voelbaar	>6,3

De beleving van trillingen is voor iedereen anders. Uit de praktijk blijkt dat wanneer spoortrillingen optreden sprake is van een zekere mate van 'geaccepteerd' hinder.

### 3 Eisen, normering en randvoorwaarden

#### 3.1 Hinder

De meet- en beoordelingsrichtlijn B, "Hinder voor personen in gebouwen" bevat richtlijnen voor het meten en beoordelen van hinder voor personen. De richtlijn maakt onderscheid in de functie van het gebouw, aard van de trillingsbron en in bestaande, gewijzigde en nieuwe situaties.

In de Richtlijn vindt de beoordeling plaats door middel van  $A_1$ ,  $A_2$  en  $A_3$ :

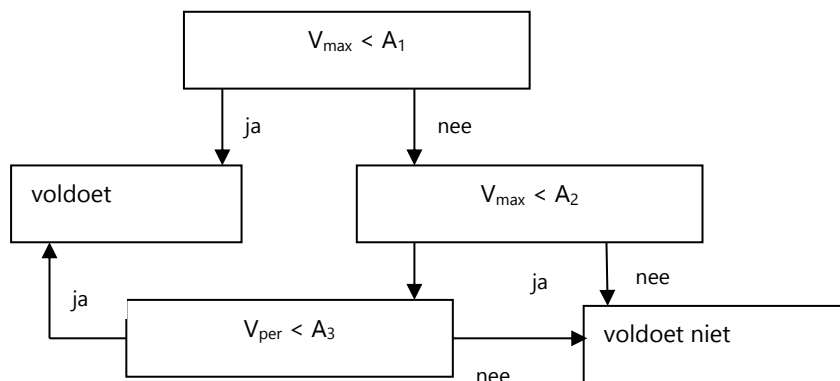
- $A_1$  is de onderste streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{max}$ .
- $A_2$  is de bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{max}$ .
- $A_3$  is de streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{per}$ .

Voor de hoogte van de streefwaarden geldt in algemene zin dat  $A_3 < A_1 \leq A_2$ .

Er wordt voldaan aan de streefwaarden indien:

- De waarde van de maximale trillingssterkte in een ruimte ( $V_{max}$ ) kleiner is dan  $A_1$  of
- De waarde van de maximale trillingssterkte van een ruimte ( $V_{max}$ ) kleiner is dan  $A_2$ , waarbij de trillingssterkte over de beoordelingsperiode voor de ruimte ( $V_{per}$ ) kleiner is dan  $A_3$ .

De procedure voor de beoordeling van  $V_{max}$  en  $V_{per}$  is in het onderstaande stroomschema aangegeven.



In de richtlijn zijn de streefwaarden onder andere gebaseerd op de functie van het gebouw waar de trillingen beoordeeld moeten worden en de aard van de trillingsbron. In de voorliggende situatie worden de optredende trillingen beschouwd als herhaald voorkomende trillingen gedurende een langere periode (>3 maanden) in een nieuwe situatie (nieuwbouw wonen).

Voor de aan te houden streefwaarden wordt onderscheid gemaakt in drie beoordelingsperioden, te weten:

- Dagperiode van 07:00 tot 19:00 uur (12 uur of 43.200 seconden);
- Avondperiode van 19:00 tot 23:00 uur (4 uur of 14.400 seconden);
- Nachtperiode van 23:00 tot 07:00 uur (8 uur of 28.800 seconden).

In tabel 2 zijn de streefwaarden opgenomen die gelden voor de beoordeling van trillingen ter plaatse van het nieuw te bouwen woningen.

**tabel 2: overzicht streefwaarden hinder**

Norm	Dag-/ Avondperiode			Nachtperiode		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
SBR-richtlijn B – nieuwe situatie wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

Uit de praktijk blijkt dat wanneer spoortrillingen optreden sprake is van een zekere mate van 'geaccepteerd' hinder. Hierdoor kan, op basis van de SBR-richtlijn B, bij de beoordeling van de trillingsbelasting worden gekozen voor hogere streefwaarden. In onderhavige prognose wordt echter de normering gehanteerd uit tabel 2.

## 3.2 Schade

Naast hinder kunnen trillingen ook schade veroorzaken aan een bouwwerk of woning. Veel bouwwerken zijn niet expliciet ontworpen om trillingen op te nemen, waardoor er een kans op schade bestaat, een en ander afhankelijk van aard en constructiewijze van het bouwwerk en de aard, de sterkte en de frequentie van de trillingen. Daar verificatie van de belasting op gebouwen door trillingen in relatie met het incasseringsvermogen van bouwwerken in bepaalde gevallen wenselijk is, is in 1993 door de Stichting Bouwresearch (SBR) een richtlijn (nummer 1) opgesteld voor het meten en beoordelen van schade aan bouwwerken door trillingen. In augustus 2002 is de SBR-richtlijn 1 vervangen door de SBR-richtlijn A: 'Schade aan Gebouwen'.

De meet- en beoordelingsrichtlijn A, 'Schade aan gebouwen' bevat richtlijnen voor het meten en beoordelen van schade aan gebouwen. De richtlijn maakt onderscheid in de constructiewijze en de staat van het bouwwerk.

Hierbij wordt de volgende verdeling van bouwwerken aangehouden:

### Categorie 1:

In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout. Onderdelen van een bouwwerk, die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijvoorbeeld scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout. Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, die bestaan uit metselwerk, zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.

### Categorie 2:

In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk. In goede staat verkerende onderdelen van een gebouw, die niet tot de draagconstructie behoren, zoals bijvoorbeeld scheidingsconstructies, die bestaan uit niet gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.

### Monumenten:

Voor gebouwen/bouwwerken met een monumentenstatus of indien het metselwerk in slechte conditie verkeert, geldt een veiligheidsfactor. Hiermee wordt een dergelijk gebouw of bouwwerk extra beschermd tegen trillingen.

Voor de toetsingswaarden is verder het type meting en het type trillingsbron van belang. Onderscheid wordt tevens gemaakt tussen trillingsgevoelige funderingen en niet trillingsgevoelige funderingen.

In voorliggende situatie is ter plaatse van de voorgenomen nieuwbouw (woningen) sprake van:

- Gebouwen in categorie 2;
- In goede staat verkerende paalfundering;
- Herhaalde trillingen met een kortdurend karakter.

### 3.2.1 Maximale toetswaarden en correctiefactoren

De normering, voor het beoordelen of trillingen schade tot gevolg kunnen hebben ter plaatse van de geplande nieuwbouw, ligt een stuk hoger dan de normering voor het beoordelen van hinder.



Gezien de situatie heeft de normering, opgenomen in het voorliggende hoofdstuk waarschijnlijk alleen betrekking op incidenteel voorkomende trillingen. De beoordeling van hinder voor personen in gebouwen is leidend voor het beoordelen van de trillingsbelasting ter plaatse van de toekomstige nieuwbouw.

Voor de beoordeling van de kans op schade door trillingen veroorzaakt door treinpassages wordt uitgegaan van 'herhaald kortdurende trillingen'. De nieuwbouw panden voldoen aan de omschrijving voor bouwcategorie 2 uit de SBR-richtlijn A, daarom worden de volgende correctie en veiligheidsfactoren gehanteerd bij het vaststellen van de maximale trillingsniveaus in het kader van de beoordeling van trillingen die schade tot gevolg kunnen hebben.

### 3.2.1.1 Correctie- en veiligheidsfactoren

De toetswaarden worden gecorrigeerd met een veiligheidsfactor ( $Y_t$ ) voor het type trillingen. Op basis van de trillingsbron betreffen de trillingen 'herhaald kortdurende trillingen' waarvoor een veiligheidsfactor geldt van 1,5.

Op basis van de hierboven beschreven veiligheidsfactor worden de in tabel 3 opgenomen toetswaarden gehanteerd bij de beoordeling van de trillingsbelasting bij het bepalen van de kans op schade door spoortrillingen.

Wanneer de trillingsbelasting daadwerkelijk wordt gemeten dient rekening te worden gehouden met een correctiefactor voor het type meting wat wordt verricht.

**tabel 3: toetswaarden en gecorrigeerde toetswaarden per frequentie**

Frequentie (Hz)	Cat. 2 (niet gecorrigeerd)	Cat. 2 (gecorrigeerd)
0	5	3,33
5	5	3,33
10	5	3,33
15	6,25	4,17
20	7,5	5,00
25	8,75	5,83
30	10	6,67
35	11,25	7,50
40	12,5	8,33
45	13,75	9,17
50	15	10,00
55	15,5	10,33
60	16	10,67
65	16,5	11,00
70	17	11,33
75	17,5	11,67
80	18	12,00
85	18,5	12,33
90	19	12,67
95	19,5	13,00
100	20	13,33

De waarden in tabel 3 worden gezien als absolute ondergrens (voor de laagste frequenties geldt de strengste eis voor deze categorie, voor hogere frequenties geldt een hogere toetsingswaarde).

## 4 Quickscan trillingshinder

Om de mate van hinder en kans op schade als gevolg van spoortrillingen ter plaatse van de geplande nieuwbouw te bepalen dient allereerst het aandachtszone te worden vastgesteld.

### 4.1 Aandachtszone

#### 4.1.1 Klachten over spoortrillingen

In de huidige situatie is in de omgeving van het plangebied sprake van een beperkt aantal (bedrijfs)woningen op een afstand tot 100 meter vanaf de spoorlijn. Gezien het beperkte aantal woningen is de kans op klachten klein. Na internetonderzoek zijn geen klachten in het gebied in en rond Heerhugowaard aan het licht gekomen.

#### 4.1.2 Bodemopbouw

Op basis van de regionale bodemopbouw bestaan de bovenste bodemlagen uit klei, zand en veen. De regionale bodemopbouw is in onderstaande tabel opgenomen. De informatie is afkomstig van Grondwaterkaart van Nederland opgesteld door de Dienst Grondwaterverkenning TNO) en het Hydrogeologisch Model REGIS II van TNO-NITG.

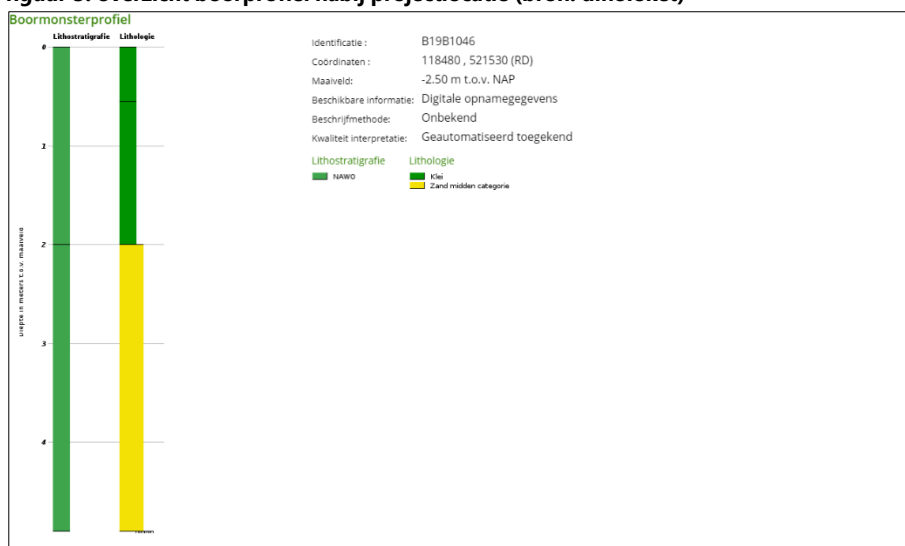
tabel 4: regionale bodemopbouw

Diepte (m -mv)	Geohydrologische eenheid	Geologische formatie	Lithologie
0,0 - 18	Deklaag	Formatie van Naaldwijk	schelp- en kalkhoudende kleien, zeer fijne tot matig grove zanden, veen
18 - 25	Watervoerend Pakket	Formatie van Boxtel	zeer fijn tot matig zand, zwak tot sterk siltig, lokaal zwak tot sterk grindhoudend

De lokale bodemopbouw van de bovenste bodemlaag bestaat tot 2,0 m -mv uit klei met daaronder midden grof tot grof zand tot minimaal 5 m -mv. De lokale bodemopbouw is in het onderstaande figuur weergegeven. De informatie is afkomstig van Dinoloket (<https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>).

Het maaiveldniveau ligt op -2,5 meter ten opzichte van NAP.

figuur 3: overzicht boorprofiel nabij projectlocatie (bron: dinoloket)



Op basis van de bodemopbouw is er geen aanleiding tot het vergroten van de aandachtszone.

#### 4.1.3 Ligging waterpartijen

Rondom de gehele projectlocatie zijn watergangen en waterpartijen aanwezig. Door de aanwezige watergangen aan de zuid- en oostzijde van de projectlocatie is sprake van enige obstructie in de bodem waardoor een deel van de trillingen worden gedempt/ uitgedoofd.

figuur 4: overzicht situatie waterpartijen



#### 4.1.4 Wissels, overgangsconstructies en ES-lassen

Ten zuidoosten van de projectlocatie is sprake van een spoorwegovergang, gelegen op circa 135 meter vanaf de meest nabij gelegen gevel van de geplande woningen. Er is geen sprake van wissels of kunstwerken op korte afstand tot het plangebied. Gezien de afstand van spoorwegovergang tot de projectlocatie wordt de kans van optreden van trillingshinder door de spoorwegovergang verwaarloosbaar klein geacht.

Zogenaemde ES-lassen zijn niet beschouwd. Wanneer de ES-lassen in een goede conditie verkeren veroorzaken deze geen extra trillingen.

De situatie met betrekking tot wissels, overgangsconstructies en ES-lassen geven geen aanleiding tot het vergroten van de aandachtszone.

#### 4.1.5 Verkeersgegevens spoorwegen

Langs het plangebied ligt het spoortraject Heerhugowaard – Obdam. Het baanvak bestaat uit een enkelspoor. De treinen, voornamelijk sprinters, rijden tussen Amsterdam Centraal - Hoorn. De treinen rijden tweemaal per uur in beide richtingen.

Voor het spoortraject Heerhugowaard – Obdam is in verband met de korte beoordelingsperiode geen specifieke spoorvoersgegevens worden opgevraagd. Voor de inschatting van de aantallen en het type spoorverkeer is de dienstregeling voor personenvervoer gehanteerd. Hiernaast zijn de maximale aantallen van overige treinen met een beschikbaar overzicht van treinbewegingen voor station Heerhugowaard bepaald. Dit overzicht is afkomstig van Prorail, afdeling publieksvoorlichting en vermeld de gezamenlijke aantal vervoersbewegingen over de spoortrajecten Heerhugowaard – Obdam en Heerhugowaard – Schagen.

**tabel 5: overzicht treinverkeer spoortraject Heerhugowaard – Obdam**

dag	datum	reizigersverkeer (o.b.v. algemene dienstregeling)				overig (maximale aantallen)			
		07:00- 18:59	19:00- 22:59	23:00 – 06:59	totaal	07:00- 18:59	19:00- 22:59	23:00 – 06:59	totaal
dinsdag	26-01-2021	48	10	8	<b>66</b>	3	1	4	<b>8</b>
woensdag	27-01-2021	48	10	8	<b>66</b>	3	1	3	<b>7</b>
donderdag	28-01-2021	48	10	8	<b>66</b>	5	1	9	<b>15</b>
vrijdag	29-01-2021	48	10	8	<b>66</b>	3	1	5	<b>8</b>
zaterdag	30-01-2021	48	10	6	<b>64</b>	2	1	1	<b>4</b>
zondag	31-01-2021	48	10	8	<b>66</b>	2	2	2	<b>6</b>
maandag	01-02-2021	48	10	8	<b>66</b>	1	0	3	<b>4</b>

Goederentreinen zijn over het algemeen zwaarder en veroorzaken hierdoor zwaardere trillingen. Op basis van het overzicht vindt op het traject hoofdzakelijk personenvervoer plaats. Tevens kunnen enkele goederentransporten voorkomen.

Op basis van de dienstregeling vinden dagelijks ongeveer de volgende passages plaats over de het spoor:

- Sprinters – circa 66 passages.

Op basis van de gemeenschappelijke vervoersgegevens over de spoortrajecten Heerhugowaard – Obdam en Heerhugowaard – Schagen vinden dagelijks maximaal circa zeven passages van overige treintransporten over het spoortraject Heerhugowaard – Obdam plaats. Het werkelijke aantal overige treintransporten zal lager zijn omdat verwacht mag worden dat een significant deel over het dubbelspoor Heerhugowaard – Schagen zal plaatsvinden.

De locatie ligt in een bocht, in de nabijheid van een station waardoor de snelheid van de treinen laag is en over het trajectdeel niet op volle snelheid wordt gereden. Uit de vervoersgegevens blijkt dat het spoor slechts matig intensief gebruikt wordt en het aantal goederentreinen beperkt is. Het treinbeeld geeft geen aanleiding tot het vergroten van de aandachtszone.

#### 4.1.6 Locatie- en type bebouwing

Van de 78 te ontwikkelen woningen zullen veertien woningen, aan de zuidzijde van de projectlocatie, binnen de aandachtszone van 100 meter vanaf de eerste spoorstaaf vallen. De veertien woningen zullen als rijtjeshuizen van drie tot zeven woningen per blok worden gebouwd. De blokken staan allen met de lange zijde parallel aan het spoor. Hierdoor bevinden de dragende muren zich haaks op het spoor. De overspanning van de vloer is, gezien de beukmaat van de woningen, relatief klein waardoor opzweeping van vloervelden niet tot minimaal zal zijn.

Gezien de bodemopbouw is het aannemelijk dat de woningen op een paalfundering wordt gebouwd en voorzien worden van een betonnen fundering. De woningen staan met de stijve zijde naar het spoor wat gunstig is voor het opvangen van trillingen op de constructie. Sprake is van een matig lichte fundering met beperkte stijfheid van de draagconstructie. Woningen zijn matig gevoelig voor spoortrillingen.

Gezien het voorstaande geeft het type bebouwing aanleiding tot het vergroten van de aandachtszone indien een combinatie van de verschillende factoren uit de quickscan, zoals bodemopbouw, treinbeeld, afwezigheid watergangen hier aanleiding toe geven.

#### 4.1.7 Toekomstige wijzigingen spoor

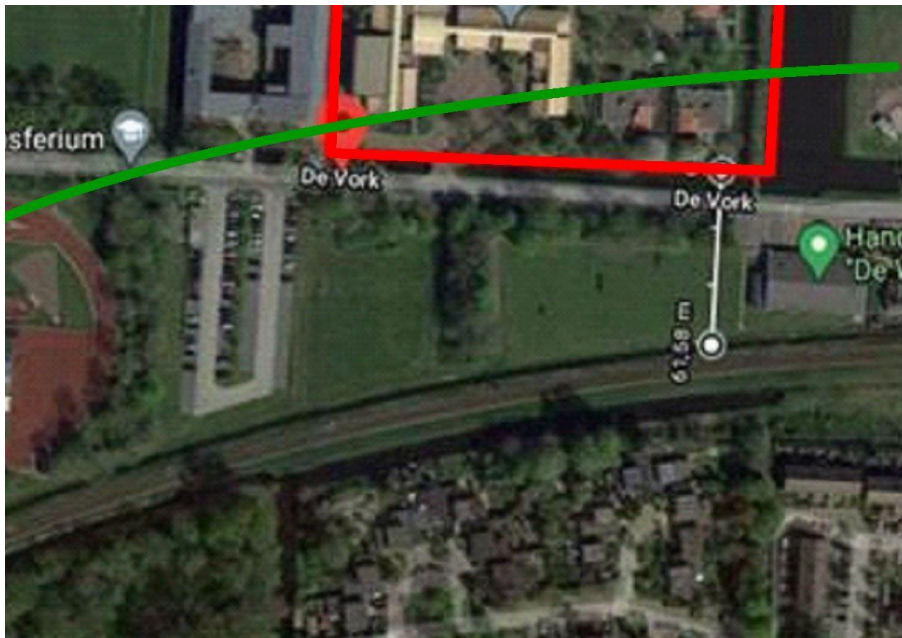
De website van Prorail is geraadpleegd om de te verwachte wijzigingen aan het spoor of aan het type treinen dat passeert vast te stellen. In de regio, op het bedrijventerrein de Vandel, is een opstelsterrein voor treinstellen gepland. Het opstelsterrein zal langs het spoortraject Heerhugowaard – Schagen worden gerealiseerd, waardoor de invloed op het treinbeeld voor het spoortraject Heerhugowaard – Obdam beperkt zal zijn. Gezien de minimale afstand van 500 meter van het bedrijventerrein tot de geplande woningbouw, wordt de kans van optreden van trillingshinder door deze voorziening verwaarloosbaar klein geacht.

#### 4.1.8 Aandachtszone

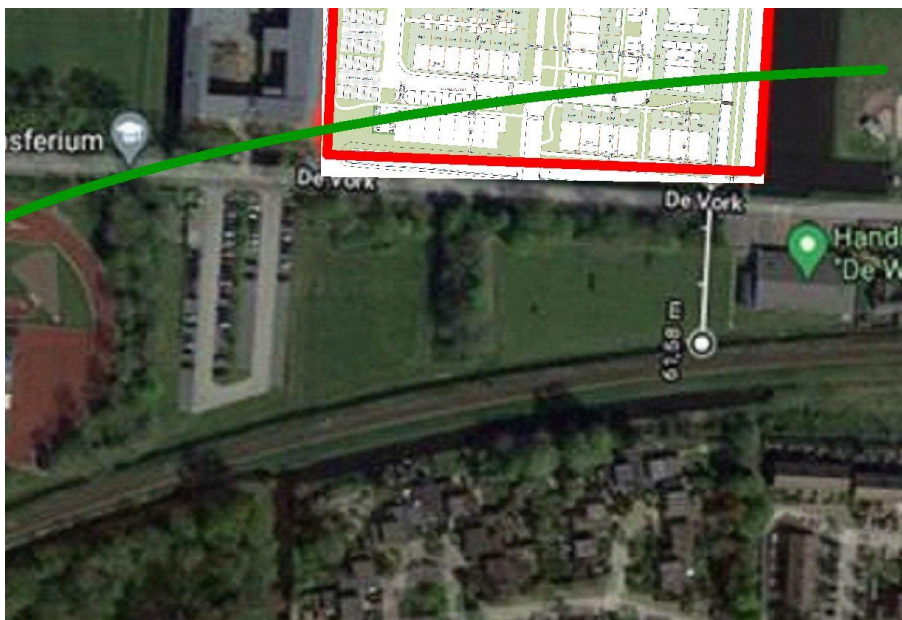
Gezien de resultaten uit de quickscan is er geen aanleiding om de aandachtszone te vergroten. Op 100 meter vanaf de eerste spoorstaaf zijn geen trillingsniveau's boven de streefwaarde van  $V_{max} = 0,1$  te verwachten.

In figuur 5 en 6 is de aandachtszone weergegeven op een overzicht van respectievelijk de huidige en de toekomstige situatie.

**figuur 5: weergave aandachtszone spoortrillingen (luchtfoto huidige situatie)**



**figuur 6: weergave aandachtszone spoortrillingen (tekening toekomstige situatie)**



De groene lijn geeft op beide figuren de aandachtszone weer, op 100 meter vanaf de eerste spoorstaaf.

Op basis van de contour ligt een deel van het nieuw te bouwen woningen binnen de aandachtszone van de spoorlijn.

## 4.2 Te verwachten trillingsniveau's

Gezien de korte beoordelingsperiode zijn metingen niet mogelijk voor het bepalen van trillingsniveau's ter plaatse van de toekomstige bebouwing, binnen 100 meter vanaf het spoor. Voor een theoretische berekening van de te verwachten trillingsniveau's is gebruikgemaakt van meetresultaten van vergelijkbare projecten en projecten van andere onderzoeksbureau's. Bij het bepalen van de te verwachten trillingsniveau's ter plaatse van de geplande nieuwbouw zijn factoren als bodem- en gebouwdemping toegepast en is rekening gehouden met de resultaten van de 'quick scan trillingshinder', hoofdstuk 4.1.

### 4.2.1 Overdracht trillingen

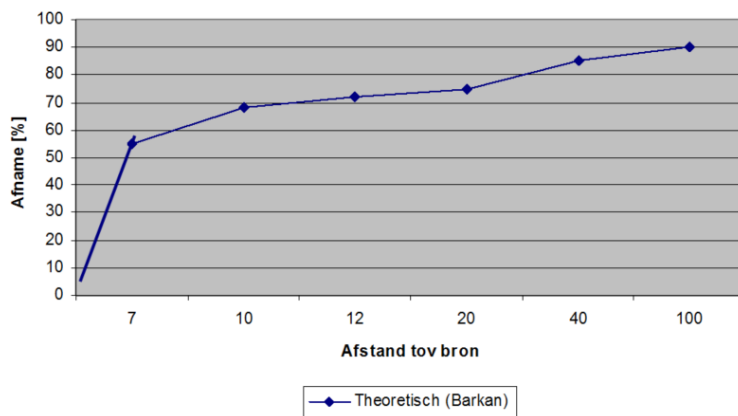
De bron van hinder zijn spoortrillingen, deze trillingen worden door de bodem op verschillende manieren doorgegeven aan de constructie van de panden binnen de aandachtszone. In het projectgebied is sprake van de volgende overdrachtswegen:

- Via de bovenste lagen van de bodem, hierbij dient rekening te worden gehouden met demping door de aanwezige waterpartijen.
- Dieper gelegen bodemlagen, voornamelijk de stijve zandlaag waarop de fundering van de overgangsconstructie en nieuw te bouwen panden op steunen.

### 4.2.2 Afname trillingssterkte

De trillingssterkte neemt door bodemdemping en de afstand tussen de bron en ontvanger van trillingen af. Deze afname is te berekenen met de formule van Barkan. In grafiek 1 is de afname van de trillingssterkte weergegeven in procenten per meter afstand. De formule is niet specifiek ingevuld met de eigenschappen die voor het plangebied gelden, dit was gezien het ontbreken van meetgegevens niet mogelijk. De grafiek geeft een indicatie van de afname van de trillingssterkte ten opzichte van de trillingsbron.

grafiek 1: weergave formule van Barkan



### 4.2.3 Dominante frequenties

Dominante frequentie van trillingen die worden veroorzaakt door langsrijdende treinen zijn afhankelijk van het type trein wat voorbijrijdt en de snelheid waarmee deze passages plaatsvinden.

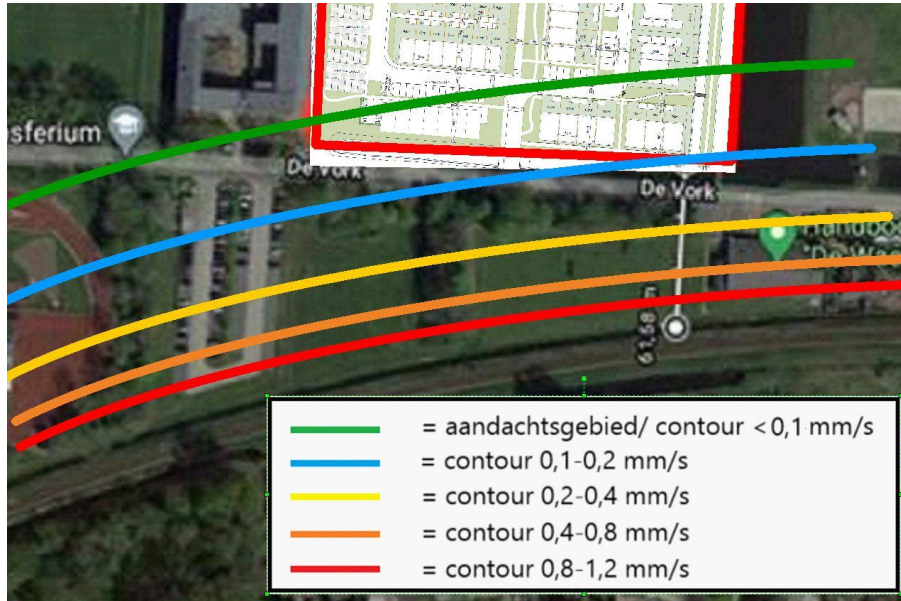
Op basis van eerdere metingen vinden de trillingen veroorzaakt door personentreinen plaats tussen 5-15 Hz, (zwaar) goederenvervoer kan trillingen veroorzaken met hogere frequenties.

### 4.2.4 Prognose

De te verwachten trillingsniveau's worden uitgedrukt in  $V_{max}$ .  $V_{max}$  staat voor maximale trillingsniveau's die plaatsvinden op maaiveldniveau in mm/s.

Op basis van de bekende gegevens over de bodemopbouw zijn de contouren bepaald, opgenomen in figuur 7. De contouren  $V_{max}$  zijn ingetekend op de tekening van de toekomstige situatie.

**figuur 7: contouren  $V_{max}$  in toekomstige situatie**



#### 4.2.4.1 De woningen in de aandachtszone

Aan de zuidzijde van de projectlocatie liggen 14 woningen binnen de contour waar trillingen kunnen optreden tussen 0,1 en 0,2 mm/s. Bij het ontwerp en de bouw van woningen in deze zone dient rekening te worden gehouden met de trillingsbelasting op de fundering van het pand. Het ontwerp dient te zijn voorzien van een stijve fundering en een indeling waarbij de draagconstructie trillingen kan opvangen. Ook dient opslingering van vloervelden te worden voorkomen.

Gezien de te verwachten lage trillingsniveaus ter plaatse van het nieuw te bouwen woningen zijn modelberekeningen of metingen ter plaatse niet noodzakelijk. Aangenomen kan worden dat de constructie van het pand een deel van de trillingen dempt tot onder de gevoelsgrens van 0,1 mm/s.

#### 4.2.4.2 De woningen buiten de aandachtszone

De overige 64 geplande woningen op de projectlocatie bevinden zich buiten het aandachtsgebied (> 100 meter vanaf het spoor). De trillingsbelasting ten gevolge van spoortrillingen ter plaatse van deze woningen is kleiner dan 0,1 mm/s en daarom niet voelbaar.

## 5 Conclusie

Op basis van het uitgevoerd onderzoek kan worden geconcludeerd dat voor de bewoners van het nieuw te bouwen woningen binnen plangebied 'De Vork, Heerhugowaard' geen sprake zal zijn van hinder door spoortrillingen.

De maximale trillingsbelasting ter plaatse van de projectlocatie in combinatie met de ligging en oriëntatie van de woningen en het type constructie zorgt voor voldoende bescherming tegen trillingen.

Gezien de te verwachten lage trillingsbelasting in de bodem ter plaatse van de geplande nieuwbouw is de kans op schade verwaarloosbaar. Het type fundering en opbouw is niet gevoelig voor trillingen en de kans op schade door spoortrillingen om deze redenen < 1%.