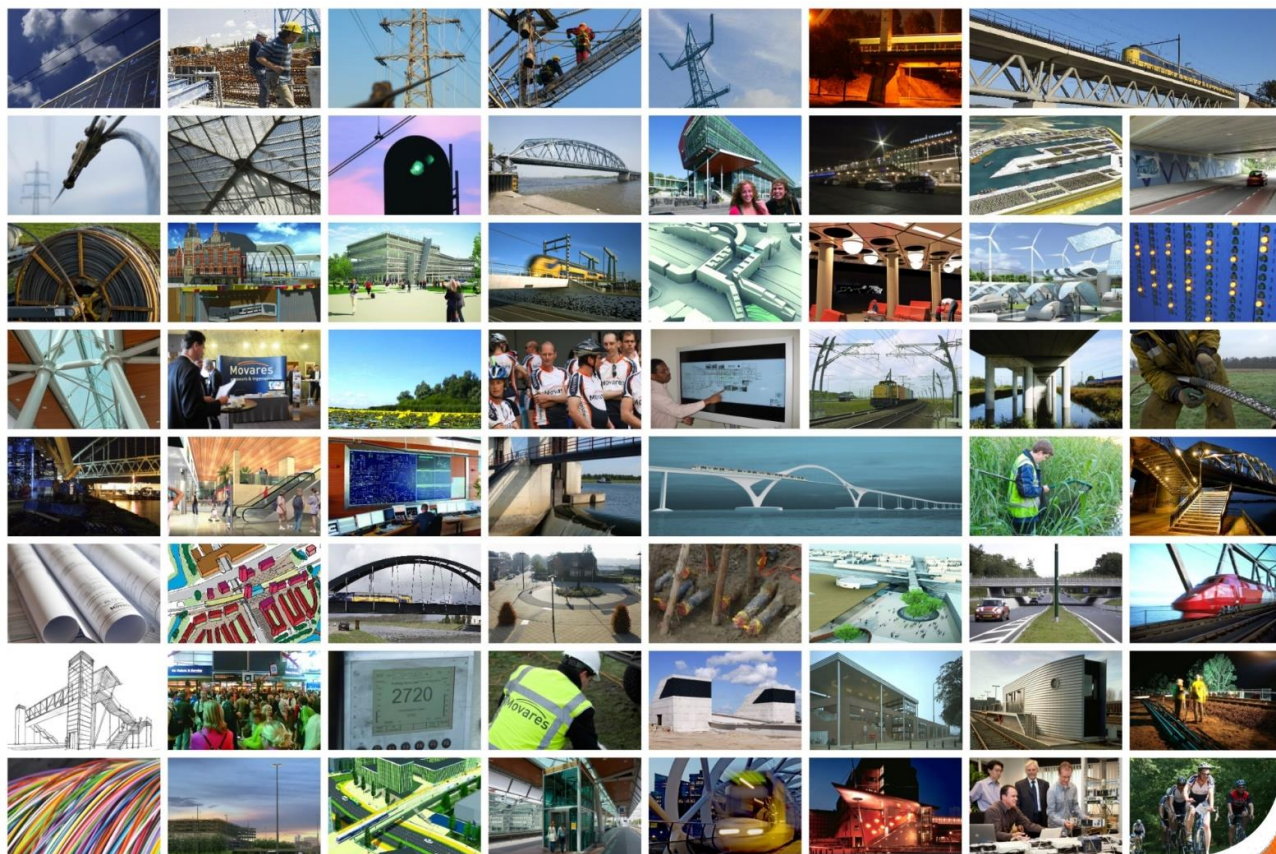




18 november 2021 – versie 6.0

Inhoudsopgave

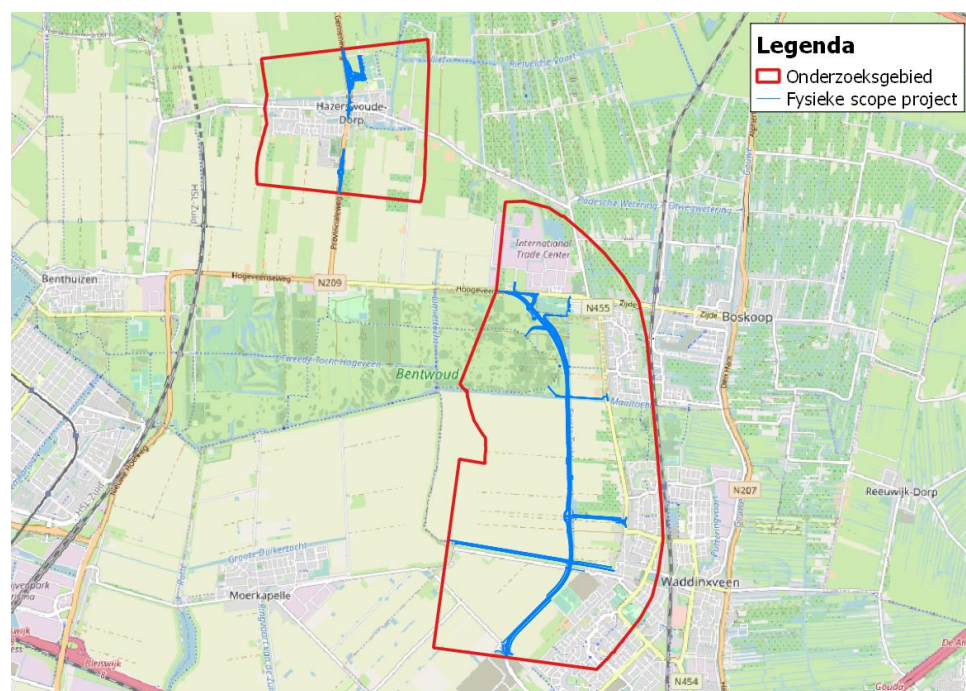
1	Inleiding	2
1.1	Inleiding	2
1.2	Achtergrond van dit rapport	3
1.3	Leeswijzer	3
2	Beoordelingskader en werkwijze	4
2.1	Beoordelingskader	4
2.2	Werkwijze	4
2.2.1.	<i>Parameters die trillingen beïnvloeden</i>	5
2.2.2.	<i>Contourafstanden exploitatiefase</i>	6
2.2.3.	<i>Contourafstanden aanlegfase</i>	6
3	Resultaten beoordeling	8
3.1	Beoordeling trillingsschade	8
3.2	Beoordeling trillingshinder	8
3.3	Beoordeling verstoring trillingsgevoelige apparatuur	9
4	Conclusies en aanbevelingen	10
	Colofon	11

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Om de bereikbaarheid, doorstroming en leefbaarheid op en rond de N207 te verbeteren hebben de provincie Zuid-Holland en de gemeente Waddinxveen in 2015 een Uitvoeringsbesluit genomen om de Vredenburglaan, de Bentwoudlaan en Verlengde Beethovenlaan te gaan realiseren. In de eerste helft van 2018 is er tevens een Uitvoeringsbesluit genomen door provincie Zuid-Holland, de gemeente Alphen aan den Rijn en de gemeente Waddinxveen voor de realisatie van de Verlengde Bentwoudlaan (de nieuwe N457) en de aanpassing van de verkeersstructuur in Hazerswoude-Dorp (de N209). Deze Uitvoeringsbesluiten geven de voorkeursrichting aan. Deze voorkeursrichting is verder uitgewerkt in een Milieueffectrapport (MER). Het voorkeursalternatief op basis van onder meer het MER wordt opgenomen in een Provinciaal Inpassingsplan (PIP) en een gemeentelijk bestemmingsplan. Het voorliggende trillingsonderzoek is een bijlage bij dit PIP.

Het onderzoeksgebied voor dit trillingsonderzoek is weergegeven in Figuur 1. Het noordelijke deel bevat de reconstructie van de N209 in Hazerswoude-Dorp, het zuidelijke deel de nieuwe N207-zuid.



Figuur 1 Onderzoeksgebied voor het trillingsonderzoek

1.2 Achtergrond van dit rapport

Wegverkeer kan trillingen veroorzaken in de bodem. Als gevolg daarvan kan er trillingshinder of trillingsschade optreden bij bebouwing langs wegen. Bij de realisatie van de N207-zuid worden nieuwe wegen gerealiseerd en bestaande wegen gereconstrueerd. Hierdoor kunnen de trillingen in omliggende gebouwen in de toekomst wijzigen ten opzichte van de huidige situatie.

Om vast te stellen of er in de nieuwe situatie mogelijk sprake is van trillingsschade aan omliggende panden, trillingshinder voor omwonenden of verstoring van trillingsgevoelige apparatuur, is een onderzoek uitgevoerd naar trillingen tijdens de exploitatiefase. Daarnaast wordt de kans op trillingsschade tijdens de aanlegfase beschouwd.

1.3 Leeswijzer

Dit achtergrondrapport Trillingen is een bijlage bij het PIP voor het project N207-zuid. Hoofdstuk 2 beschrijft het beleid voor deze thema's en de kaders die zijn gehanteerd bij het onderzoek. In dit hoofdstuk wordt ook de werkwijze van het onderzoek toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de projecteffecten voor trillingen beschreven. In hoofdstuk 4 zijn de conclusie en aanbevelingen gegeven.

Digitoeankelijkheid van dit document

De provincie Zuid-Holland wil dat iedereen alle informatie goed kan lezen en gebruiken. Daarom werken zij continu aan het verbeteren van de toegankelijkheid van de informatie, dit geldt ook voor dit document. Dit document is in opdracht van de provincie opgesteld, waarbij is gestreefd naar Europese norm EN 301 549. De complexe tabellen in dit document voldoen nog niet volledig aan deze norm. Als u een vraag heeft over deze tabellen kunt u contact opnemen met het projectteam N207 Zuid via n207@pzh.nl.

Ook verwijzen we u naar de publiekssamenvatting van het provinciaal inpassingsplan N207 Zuid. Deze samenvatting is te downloaden op www.zuid-holland.nl/n207zuid.

2 Beoordelingskader en werkwijze

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens het gehanteerde beoordelingskader en de gebruikte werkwijze voor de beoordeling van trillingen in de exploitatie- en aanlegfase toegelicht.

2.1 Beoordelingskader

Tot op heden zijn richtlijnen voor trillingshinder nog niet vastgelegd in wetgeving, zoals dat bijvoorbeeld voor geluidhinder wel het geval is. Bij het beoordelen van trillingen in het kader van ruimtelijke procedures wordt in Nederland doorgaans de SBR-richtlijn (Meet- en beoordelingsrichtlijn voor trillingen) gehanteerd. Deze richtlijn bestaat uit drie delen. Een korte omschrijving van deze richtlijnen is hieronder opgenomen:

- Deel A: schade aan gebouwen. Deze richtlijn stelt, afhankelijk van de staat van het gebouw, grenswaarden aan de maximaal toegestane trillingen. Overschrijding van deze grenswaarden betekent een kans op schade van meer dan 1 procent. Uit metingen in gebouwen langs wegen blijkt dat alleen op zeer korte afstand (minder dan 5 meter) en in uitzonderlijke gevallen, trillingen kunnen optreden die tot schade aan gebouwen leiden.
Tijdens bouwwerkzaamheden, zoals het heien van palen of het intrillen van damwanden, zijn de contouarafstanden waarbinnen schade kan optreden, groter.
- Deel B: hinder voor personen in gebouwen. Deze richtlijn stelt streefwaarden aan de trillingsniveaus in gebouwen, gericht op het zoveel mogelijk voorkomen van hinder voor personen in gebouwen. De streefwaarden zijn strenger voor nieuwe wegen dan voor reconstructies, strenger in de nacht dan overdag en strenger voor gebouwen met een overnachtingsfunctie dan voor overige gebouwen. Voor trillingshinder worden twee grootheden getoetst aan die streefwaarden: de maximaal optredende trillingssterkte (V_{max}) en de trillingsintensiteit (V_{per} , een maat voor het tijdsgemiddelde van de trillingen).
- Deel C: verstoring van apparatuur. Deze richtlijn stelt dat in geval van trillingsgevoelige apparatuur (zoals bijvoorbeeld (elektronen)microscopen en bepaalde laboratoriumapparatuur) moet worden voldaan aan de eisen van die betreffende apparaten. Wanneer de trillingen toenemen, kan er sprake zijn van een overschrijding van deze eisen.

2.2 Werkwijze

In dit onderzoek wordt een beoordeling gegeven op basis van expert judgement en meetresultaten in vergelijkbare situaties (qua bodem, wegopbouw en weggebruik). Zeker voor nieuw geasfalteerde wegen als de N207-zuid is dat een voldoende betrouwbare methode, omdat dit type wegen nauwelijks trillingen veroorzaakt. In de volgende subparagrafen wordt eerst ingegaan op parameters die de trillingen beïnvloeden, vervolgens wordt op basis daarvan aangegeven tot op welke afstand trillingsschade, trillingshinder of verstoring van trillingsgevoelige apparatuur niet is uit te sluiten.

2.2.1. Parameters die trillingen beïnvloeden

In de huidige situatie zijn er klachten over trillingen uit de omgeving van het plangebied: langs het Noordeinde in Boskoop en Waddinxveen klagen omwonenden over zwaar verkeer over het Noordeinde, en er zijn klachten over trillingen van vrachtverkeer over een drempel in de N209 in Hazerswoude-Dorp. Na realisatie van de N207-zuid verdwijnt de drempel in Hazerswoude-Dorp, waardoor de trillingen afnemen. Voor het Noordeinde in Waddinxveen en Boskoop geldt dat deze weg in de toekomst ontlast wordt door de realisatie van de N207-zuid, zodat de trillingen voor deze bewoners zullen afnemen.

Toch kunnen trillingen in de toekomstige situatie, gezien bovenvermelde klachten, niet op voorhand worden uitgesloten. De omvang van eventuele trillingen en daarbij behorende hinder/schade wordt bepaald door:

- *Het type verkeer*: trillingen treden met name bij zwaar verkeer zoals vrachtwagens en bussen. De N209 en de N207-zuid worden ook gebruikt door dergelijk zwaar verkeer.
- *De snelheid van het verkeer*: de trillingen nemen toe met de rijsnelheid. Op de wegvakken worden verschillende snelheden gehanteerd. Met name in de delen waar de weg dicht op de bebouwing ligt (Hazerswoude-Dorp) is de rijsnelheid beperkt (50 km/h), waardoor de trillingen doorgaans lager zijn.
- *De intensiteit van het verkeer*: als bij een bestaande weg met trillingen de verkeersintensiteit toeneemt, dan neemt ook de omvang van de *gemiddelde* trillingen (V_{per}) toe. Eventuele hinder, schade en verstoring van gevoelige apparatuur wordt echter vooral bepaald door de *maximale* trillingen (V_{max} of V_{top}). Deze verandert niet als er in de huidige situatie al zwaar verkeer over de bestaande weg rijdt en dat ook in de toekomst het geval blijft, zoals in Hazerswoude-Dorp.
- *De bodem*: bij zandgrond reiken trillingen van het wegverkeer verder dan bij klei- en veengrond. In het onderzoeksgebied liggen de wegvakken op een pakket van een slappe bodem met voornamelijk klei- en veenlagen, met daarop een zandcunet, funderingslaag en een asfaltconstructie. De trillingen worden in dit soort bodems snel uitgedempt. Wel is dit bodemtype gevoeliger voor (lokale) verzakkingen dan bijvoorbeeld een zandbodem.
- *De wegconstructie*: trillingen treden op als er sprake is van oneffenheden in de weg, zoals bijvoorbeeld een voegovergang, een drempel of een verzakking in het wegdek. Eventuele trillingen zijn bij een klinkerweg, vanwege de kleine oneffenheden, groter dan bij een vlakke asfaltweg. Bij de N207-zuid worden uitsluitend asfaltwegen zonder drempels aangelegd. Wel kunnen na verloop van tijd verzakkingen optreden bij sterke variaties in de stijfheid van de ondergrond, zoals bijvoorbeeld bij de passage van oude sloten of de overgang van kunstwerken naar een wegconstructie op een aardebaan. Dit is bij de N207-zuid het geval bij duikers, bij een aantal kunstwerken en met name bij de Bentwoudlaan. Hier kunnen de trillingen, zeker bij een slechtere funderingsconstructie, na verloop van tijd aanzienlijk hoger zijn dan bij een vlakke weg. Voor al deze locaties geldt echter dat de afstand tot omliggende bebouwing groot is.
- *Bebouwing*: op palen gefundeerde woningen zijn minder gevoelig dan woningen die op staal zijn gefundeerd (geen paalfundering). In de omgeving van het project is hoofdzakelijk sprake van gebouwen die op palen zijn gefundeerd (gezien de bodemopbouw, zie ook de informatie op de website van het Kennis Centrum Aanpak Funderingsproblematiek (KCAF)). Globaal geldt dat oude gebouwen (van voor 1970, vaak met een ondiepe, houten paalfundering en met houten vloeren)

gevoeliger zijn voor trillingen dan nieuwe gebouwen (na 1970, met diepere, vaak betonnen paalfundering en betonnen vloeren). In de periode tussen 1960 en 1970 werd een wisselende bouwstijl gehanteerd, waarbij vaak betere funderingen, maar soms nog wel houten vloeren werden toegepast. Daarom wordt, anders dan in de classificatie van de Kennis Centrum Aanpak Funderingsproblematiek (KCAF), 1960 gehanteerd als overgangsjaar tussen oude en nieuwe gebouwen gehanteerd.

2.2.2. Contourafstanden exploitatiefase

Op basis van berekeningen en metingen in gebouwen in een vergelijkbare situatie (vergelijkbaar qua bodemopbouw, wegconstructie en weggebruik), worden de volgende contourafstanden gehanteerd als afstand waarbinnen overschrijdingen van het beoordelingskader voor trillingen tijdens de exploitatiefase niet zijn uitgesloten, zie Tabel 1.

Tabel 1 Contourafstanden voor trillingsschade, trillingshinder en verstoring van trillingsgevoelige apparatuur tijdens exploitatie van de N207-zuid en de N209

	Drempels, voegovergangen of putten		Vlakke, geasfalteerde wegen	
	Gebouwen voor 1960, of met houten vloeren	Gebouwen na 1960, of met betonnen vloeren	Gebouwen voor 1960, of met houten vloeren	Gebouwen na 1960, of met betonnen vloeren
Trillingsschade SBR A-richtlijn	5 m	5 m	3 m	3 m
Trillingshinder SBR B-richtlijn	25 m	10 m	10 m	5 m
Trillingsgev. apparatuur SBR C-richtlijn ¹	100 m	100 m	30 m	30 m

Voor gebouwen binnen deze afstanden geldt dat per gebouw dient te worden gekeken of de trillingen toenemen. Alleen wanneer er sprake is van een toename van de maximale trillingen en het gebouw bevindt zich binnen de hierboven genoemde contourafstanden, dan is overschrijding van de streef- of grenswaarden niet uit te sluiten. Voor trillingshinder geldt dat bij gebouwen die op zeer korte afstand tot de weg staan (ca. de helft van de bij trillingshinder genoemde contourafstanden) overschrijdingen van de gemiddelde trillingen niet kunnen worden uitgesloten.

2.2.3. Contourafstanden aanlegfase

Tijdens de aanlegfase van het project worden op een aantal locaties heipalen aangebracht om zware constructies te funderen op de relatief slappe bodem. Daarnaast worden damwanden als grondkerende constructies aangebracht. Op basis van de CUR166-richtlijn en ervaringsgegevens zijn de contourafstanden voor trillingsschade bepaald voor werkzaamheden die een risico op trillingsschade met zich mee brengen. Hierbij maken we, conform de SBR A-richtlijn, onderscheid tussen 3 categorieën:

- Categorie 1: objecten van gewapend beton, komt weinig voor in het plangebied
- Categorie 2: objecten van metselwerk, meeste woningen in het plangebied
- Categorie 2 gevoelig: objecten van metselwerk met monumentale status of bouwkundig gevoelige staat, bijv. door schade aan de constructie.

Omdat schade alleen kan worden vastgesteld op basis van een bouwkundige inspectie, wordt in dit bureauonderzoek voor alle objecten van metselwerk uitgegaan van gebouwen in gevoelige staat.

¹ Afhankelijk van gevoeligheid apparatuur, buiten deze afstand vallen de trillingen onder het achtergrondniveau

De contourafstanden waar overschrijdingen van de SBR A-richtlijn kunnen optreden, zijn weergegeven in Tabel 2. Binnen deze afstanden is schade aan gebouwen niet op voorhand uit te sluiten, en adviseren wij om trillingsarme bouwmethodes toe te passen of in ieder geval een bouwkundige vooropname uit te voeren en trillingsmonitoring tijdens risicovolle werkzaamheden.

Tabel 2 Contourafstanden voor trillingsschade tijdens bouwwerkzaamheden

	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 2 (gevoelig)
Heien van palen	5 m	17 m	30 m
Intrillen van damwanden	5 m	20 m	50 m
Zwaar transport	5 m	10 m	15 m

3 Resultaten beoordeling

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de beoordeling voor achtereenvolgens trillingsschade, trillingshinder en verstoring van trillingsgevoelige apparatuur opgenomen.

3.1 Beoordeling trillingsschade

Gezien de afstand tot de bebouwing is trillingsschade als gevolg van het wegverkeer op de nieuwe of gereconstrueerde wegen voor alle gebouwen uit te sluiten (kans op trillingsschade is lager dan 1% op basis van de SBR A-richtlijn). Bij de bestaande wegen nemen de maximale trillingen, en dus de kans op een overschrijding van de grenswaarden, niet toe. Er wordt daarom als gevolg van het project geen trillingsschade verwacht.

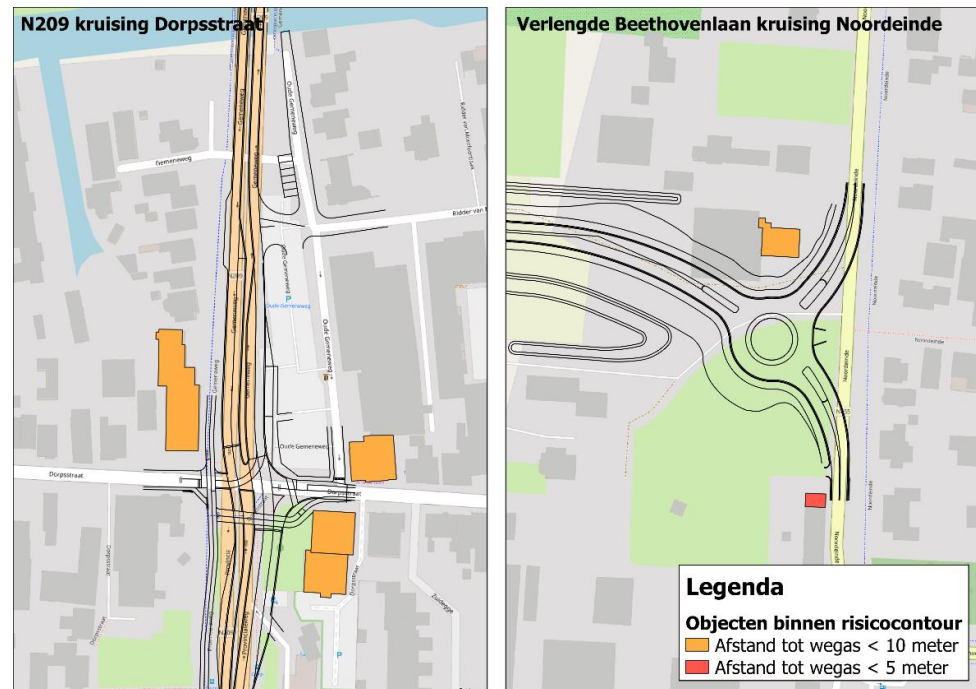
Tijdens de aanlegfase is bij conventionele werkmethodes (zoals bijvoorbeeld heien en het intrillen van damwanden) schade aan omliggende bebouwing niet volledig uit te sluiten. Maar ook zwaar transport kan tot schade leiden bij een slecht wegdek. Op locaties waar gebouwen binnen de contourafstanden voor schade vallen, adviseren wij om trillingsarme bouwmethodes af te wegen (palen boren i.p.v. heien, damwanden drukken i.p.v. intrillen en zorgen voor een vlakke werkweg), daarmee kan trillingsschade worden voorkomen. Als dat niet mogelijk is, dan dient in ieder geval een vooropname en trillingsmonitoring tijdens de uitvoering van het werk te worden toegepast.

3.2 Beoordeling trillingshinder

De nieuwe N207-zuid ligt overal op meer dan 10 meter afstand van woningen, bij een vlakke wegopbouw is in dat geval geen sprake van trillingshinder in omliggende panden. Op enkele locaties is de afstand tot de weg korter dan 10 meter:

1. Bij enkele woningen in Hazerswoude-Dorp, zie Figuur 2. Hier bedraagt de afstand tussen de weg en de bebouwing 5 tot 10 meter, maar het gaat om nieuwe bebouwing met betonnen vloeren, waar bij een vlakke wegopbouw geen sprake is van trillingshinder. De bestaande drempel bij Hazerswoude-Dorp wordt verwijderd.
2. Bij enkele woningen bij de aansluiting van de Verlengde Beethovenlaan op het Noordeinde in Waddinxveen. Het gaat om twee woningen:
 - a. Noordeinde 34 (binnen 5 meter van de nieuwe weg, oude woning met ondiepe, houten paalfundering en waarschijnlijk houten vloeren). Voor deze woning geldt dat de trillingen niet toenemen ten opzichte van de huidige situatie: de afstand tot de weg en de wegconstructie veranderen hier niet ten opzichte van de huidige situatie.
 - b. Noordeinde 38 (op 10 meter afstand van de nieuwe weg, oude woning met ondiepe, houten paalfundering en waarschijnlijk houten vloeren). Voor deze woning geldt dat de trillingen wel toenemen ten opzichte van de huidige situatie: de weg komt dichterbij te liggen door de aansluiting op de nieuwe rotonde. Deze woning ligt op 10 meter, bij een vlakke wegopbouw is hier geen sprake van trillingshinder. Aandachtspunt bij deze woning is wel de constructie van de rotonde, wij adviseren om hierbij om overrijdbare verhoogde rijbaanscheidingen of verdrijvingsvlakken te vermijden. De passage van zwaar vrachtverkeer over dergelijke verhoogde obstakels kan leiden tot verhoogde trillingen.

Gezien bovenstaande is het risico op een overschrijding van de streefwaarden voor trillingshinder nihil, en zijn geen aanvullende maatregelen nodig. Wel adviseren wij om bij de rotonde Verlengde Beethovenlaan-Noordeinde in Waddinxveen om overrijdbare verhoogde rijbaanscheidingen of verdrijvingsvlakken te vermijden. De passage van zwaar vrachtverkeer over dergelijke verhoogde obstakels kan leiden tot verhoogde trillingen.



Figuur 2 Gebouwen binnen 10 meter van te reconstrueren of nieuw aan te leggen weg (links de kruising N209-Dorpsstraat, rechts de aansluiting Verlengde Beethovenlaan-Noordeinde)

3.3 Beoordeling verstoring trillingsgevoelige apparatuur

Uit een inventarisatie van het KvK-register blijkt dat er geen bedrijven zijn met trillingsgevoelige apparatuur binnen de 30 meterzone van de nieuwe N207-zuid. Langs de bestaande delen (die gereconstrueerd worden) is geen sprake van een toename van de maximale trillingen, maar ook daar bevinden zich binnen 30 meter van de weg geen bedrijven met trillingsgevoelige apparatuur. Er zal daarom als gevolg van het project geen verstoring van trillingsgevoelige apparatuur optreden.

4 Conclusies en aanbevelingen

In dit rapport is de kans op trillingsschade, trillingshinder en verstoring van trillingsgevoelige apparatuur als gevolg van exploitatie van de N207-Zuid beschouwd.

Uit dit onderzoek volgt dat:

1. Gezien de wegconstructie, het weggebruik, de bodem, de constructie van de omliggende panden en de afstand tot de weg, wordt geen trillingsschade verwacht in panden langs de weg als gevolg van de exploitatie van de N207-zuid: de kans op schade is kleiner dan 1%.
Tijdens de aanlegfase is trillingsschade met conventionele werkmethodes niet overall uit te sluiten. Wij adviseren daarom om op locaties in de nabijheid van heien damwandwerkzaamheden, waar een kans op trillingsschade is (binnen 30 meter van heiwerkzaamheden, binnen 50 meter van het intrillen van damwanden), trillingsarme bouwmethodes toe te passen. Verder adviseren wij om zwaar bouwverkeer op korte afstand van de woningen te vermijden, of in ieder geval zorg te dragen voor vlakke werkwegen om hoge trillingen te vermijden.
2. Ten aanzien van trillingshinder geldt dat gezien de afstand tussen de weg en de bebouwing, de trillingen van het wegverkeer bij een vlakke wegopbouw (asfaltweg met goede fundering) niet zullen leiden tot een overschrijding van de streefwaarden voor trillingshinder in de bebouwing. Wel adviseren wij om bij de detaillering van de rotonde Noordeinde-Verlengde Beethovenlaan overrijdbare verhoogde rijbaanscheidingen of verdrijvingsvlakken te vermijden. De passage van zwaar vrachtverkeer over dergelijke verhoogde obstakels kan leiden tot verhoogde trillingen.
3. Ten aanzien van verstoring van trillingsgevoelige apparatuur geldt dat er geen bedrijven zijn waar gewerkt wordt met trillingsgevoelige apparatuur in de invloedzone van trillingen van de weg.

Er zijn daarom geen aanvullende maatregelen nodig om te voldoen aan het beoordelingskader voor trillingen.

Colofon

Opdrachtgever Provincie Zuid-Holland

Uitgave Movares Nederland B.V.

Utrecht

Projectnummer RM006148

Kenmerk A20-MHA-KA-1900045

© 2021, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.