



Beschouwing effecten trillingen

Spoorwegonderdoorgang Vierpaardjes Venlo

projectnummer 442056
definitief revisie 01
8 september 2020



Beschouwing effecten trillingen

Spoorwegonderdoorgang Vierpaardjes Venlo

projectnummer 442056

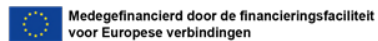
definitief revisie 01
8 september 2020

Auteurs

V. Huizer

Opdrachtgever

Gemeente Venlo
Hanzeplaats 1
5912 AT VENLO



datum vrijgave	beschrijving revisie 01	goedkeuring	vrijgave
08-09-2020	definitief	A. Aerts	P. Kennes



Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
2	Toetsingskader	2
2.1	Trillingsrichtlijn deel A Schade aan gebouwen (november 2017)	2
2.2	Trillingsrichtlijn deel B Hinder voor personen	4
2.3	Beleidsregel trillingshinder spoor (Bts, 2014)	5
3	Uitgangspunten en onderzoeksopzet	8
3.1	Uitgangspunten – voorgenomen ontwerp	8
3.2	Onderzoeksopzet	9
3.2.1	Kwalitatieve beschouwing	9
3.2.2	Indicatieve berekeningen	9
4	Resultaten beschouwing	10
4.1	Kwalitatieve beschouwing – verwachte effect van de aanpassingen op trillingen	10
4.2	Inschatting verwachte trillingsniveaus in aangepaste situatie (illustratieve berekeningen)	12
5	Samenvatting en conclusies	13



1 Inleiding

De gemeente Venlo is voornemens om de gelijkvloerse spoorwegovergang Vierpaardjes aan te passen in de vorm van een onderdoorgang. De aanpassing heeft tot gevolg dat er tevens veranderingen aan het onderliggende wegennet en de bebouwde omgeving plaatsvinden. Voor beschreven voornemen wordt een bestemmingsplan opgesteld.

Voor de ruimtelijke onderbouwing van het plan is het nodig om inzicht te verkrijgen in de gevolgen voor het aspect trillingen vanwege het gebruik van weg en spoor in de voorgenomen gewijzigde situatie.

Om een eerste indruk te verkrijgen van de verwachte effecten op het gebied van trillingen, is op basis van de beschikbare informatie over het voorgenomen ontwerp een kwalitatieve beschouwing uitgevoerd. Doel van de beschouwing is om te bepalen wat naar verwachting de gevolgen zijn voor de trillingen (door gebruik van weg en spoor) op omliggende gevoelige objecten, in de beoogde situatie met onderdoorgang ten opzichte van de huidige situatie met gelijkvloerse overgang van Vierpaardjes over het spoor. Met de beschouwing moet tevens duidelijk worden welke trillingsniveaus, vanwege gebruik in de gewijzigde situatie, bij benadering op omliggende voor trillingen gevoelige gebouwen zijn te verwachten. Om vervolgens op basis van de uitkomsten hiervan, te bepalen in hoeverre een verhoogde kans op hinder en/of schade aan de orde is.

Voor trillingen gelden geen wettelijke vereisten. Als toetsingsmaat voor de kans op hinder en/of schade is uitgegaan van de door Stichting Bouw Research (verder SBR genoemd) opgestelde trillingsrichtlijn deel A: Schade aan gebouwen (november 2017) en deel B: Hinder voor personen (2002). Voor de beoordeling van effecten voor trillingen vanwege het spoor (in de situatie met onderdoorgang) is tevens aansluiting gezocht bij de Beleidsregel trillingshinder spoor, Bts (maart 2014).

Het verloop van de uitgevoerde beschouwing naar trillingen, de resultaten hiervan en de hieruit te trekken conclusies zijn in onderliggende rapportage verwerkt.

Het rapport is als volgt opgebouwd:

- In hoofdstuk 2 is het gehanteerde toetsingskader beschreven.
- De uitgangspunten en opzet van het onderzoek zijn weergegeven in hoofdstuk 3.
- De onderzoeksresultaten en hieruit te trekken conclusies zijn opgenomen in hoofdstuk 4.
- De rapportage wordt afgesloten met een samenvattende conclusie in hoofdstuk 5.



2 Toetsingskader

Voor trillingen gelden geen wettelijk vastgestelde normen. Als maat voor de mogelijke kans op hinder en/of schade is uitgegaan van de aanbevelingen die volgen uit de door SBR opgestelde trillingsrichtlijn. In onderstaande paragrafen worden de belangrijkste onderdelen hieruit belicht.

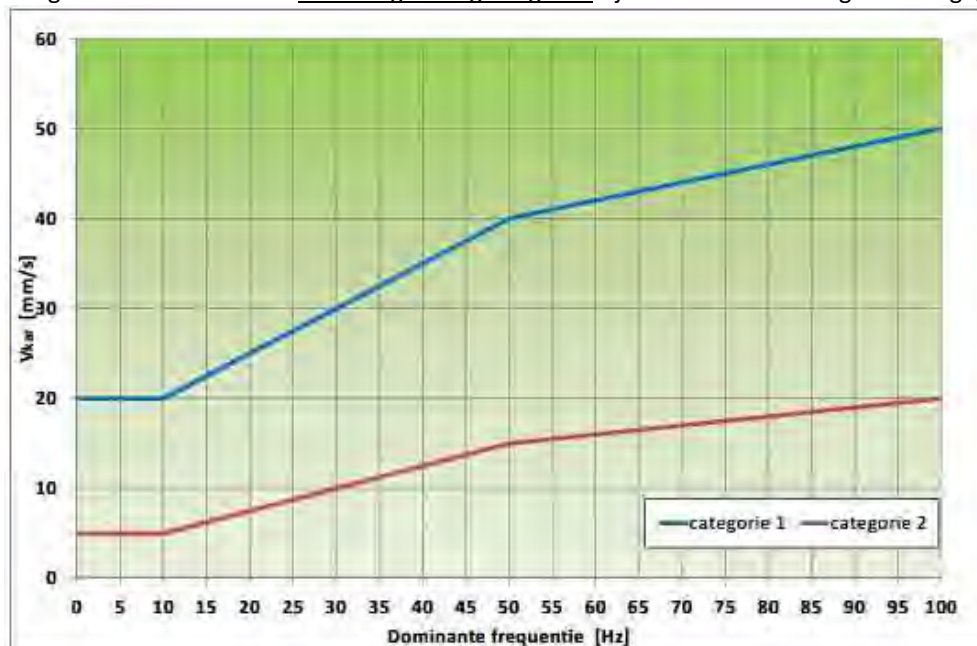
2.1 Trillingsrichtlijn deel A Schade aan gebouwen (november 2017)

In deel A is een grenswaarde gedefinieerd. Overschrijding van deze grenswaarde is een indicatie voor een verhoogde kans op schade door trillingen.

De grenswaarde verschilt afhankelijk van de dominante frequentie waarin de trillingssterkte zich voordoet. Daarnaast verschilt de grenswaarde afhankelijk van de constructiewijze:

Categorie	Omschrijving
1	- 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 gebouwen zijnde, die bestaan uit metaalwerk zoals pijlers van viaducten, roeden en dergelijke;
2	- Onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metaalwerk; - Onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies, deels van metaalwerk en hout, metaalwerk of uit andere beschadigbare materialen;

De grenswaarden voor de fundering en begane grond zijn in onderstaande figuur weergegeven.



Afbeelding 2.1 karakteristieke waarde van de grenswaarden begane grond voor de twee categorieën bouwwerk



Ter plaatse van verdiepingen van het bouwwerk gelden de volgende karakteristieke waarden (frequentie onafhankelijk):

Verdieping	Waarde $V_{k,i}$ (kN)
1	40
2	20

Afhankelijk van de aard van de trilling en de gevoeligheid/ staat van betreffende gebouwen wordt op bovenstaande grenswaarden een partiële veiligheidsfactor γ toegepast (bepalen rekenwaarde van de grenswaarde).

De rekenwaarde van de grenswaarde wordt bepaald volgens:

$$V_r = V_{k,i} / (\gamma_r \cdot \gamma_s)$$

Type trilling	Veiligheidsfactor γ	
	Draagconstructie en onderdelen	Fundering kans op zettingen
Kortdurend	1,0	1,0
Herhaald kortdurend	1,5	1,6
Continu	2,5	2,0

Type trilling	Veiligheidsfactor γ
Bouwkundige staat: normaal	1,0
Monumentale status: geen	
Bouwkundige staat: gevoelig en/of	1,2
Monumentale status: monument	



2.2 Trillingsrichtlijn deel B Hinder voor personen

Onder hinder voor mensen in gebouwen wordt in deze richtlijn verstaan:

- waarneming van trillingen waardoor verstoring kan optreden van activiteiten of processen die rust en/of concentratie behoeven;
- waarneming van trillingen met een zodanige sterkte dat bepaalde activiteiten fysiek worden belemmerd of verstoord.

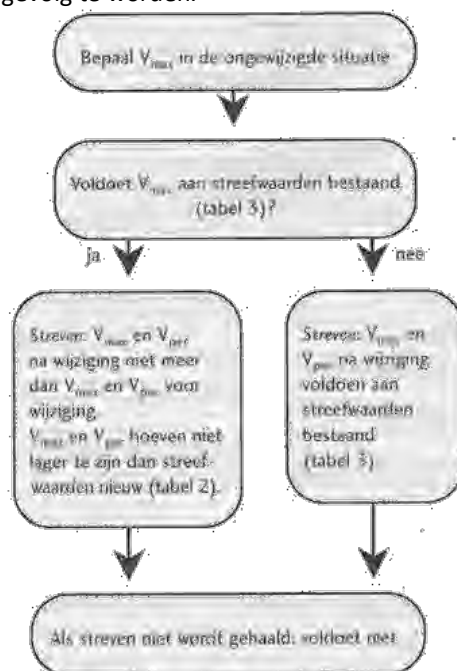
In de richtlijn zijn streefwaarden gedefinieerd voor het $V_{\max}$ (de hoogst optredende trillingssterkte) en het V_{per} (tijdsgemiddelde trillingsniveau).

De streefwaarden hangen af van de functie van het betreffende gebouw, de aard van de trillingen en van het feit of sprake is van een 'bestaande', 'gewijzigde' of 'nieuwe situatie'.

De door verkeerspassages veroorzaakte trillingen vallen onder de noemer van 'herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (weg- en railverkeer) zoals beschreven in paragraaf 10.5.3 van de SBR richtlijn.

Streefwaarden gewijzigde situatie

Op onderhavige situatie (aanpassing aan een bestaande weg) zijn grotendeels de streefwaarden voor een 'gewijzigde situatie' van toepassing. Voor de beoordeling van de gewijzigde situatie in geval van wegverkeer geldt als uitgangspunt dat de wijziging niet tot een verhoging van de reeds aanwezige trillingssterkte mag leiden. Dit betekent dat de trillingssterkte in de ongewijzigde situatie bekend moet zijn voordat de wijziging plaatsvindt. Vervolgens dient het volgende schema gevolg te worden.





Streefwaarden nieuwe situatie (tabel 2 volgens Trillingsrichtlijn SBR deel B)

De streefwaarden voor herhaald voorkomende trillingen in een nieuwe situatie (o.a. van toepassing voor de te projecteren woningen) zijn in onderstaande tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.2 streefwaarden voor herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd voor nieuwe situaties

gebouwfunctie	dag en avond			nacht		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

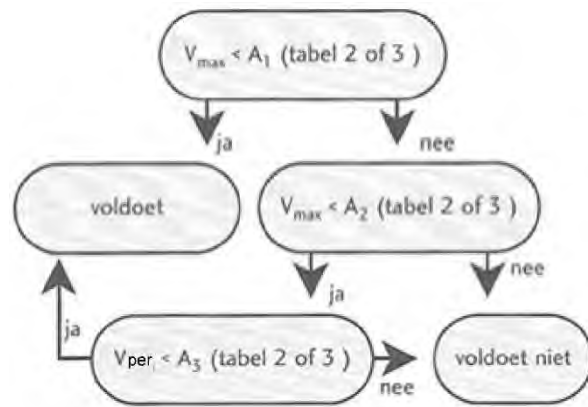
Streefwaarden bestaande situatie (tabel 3 volgens Trillingsrichtlijn SBR deel B)

De streefwaarden voor herhaald voorkomende trillingen in een bestaande situatie zijn in onderstaande tabel 2.2 weergegeven.

Tabel 2.3 streefwaarden voor herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd voor bestaande situaties

gebouwfunctie	dag en avond			nacht		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
wonen	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1

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



2.3 Beleidsregel trillingshinder spoor (Bts,2014)

De beleidsregel trillingshinder spoor (verder beleidsregel) is bedoeld voor projecten waarvoor een tracébesluit aan de orde is. In onderhavige situatie is geen tracébesluit aan de orde. Desalniettemin is de beleidsregel een goede maat om effecten te kunnen duiden. De beleidsregel is daarom naar analogie toegepast. De onderstaande artikelen zijn hierbij met name van belang.

Artikel 6

1	In een tracébesluit als bedoeld in artikel 4, tweede lid, kunnen maatregelen ter voorkoming of beperking van de trillinghinder met betrekking tot de V_{max} achtenwege blijven indien:
a.	de V_{max} in de plansituatie voldoet aan de in tabel 2 opgenomen streefwaarde; of
b.	de toename van de trillingssterkte in de plansituatie ten opzichte van de bestaande situatie 30 procent of minder bedraagt.
2	Indien de V_{max} in de plansituatie niet voldoet aan de streefwaarde, bedoeld in het eerste lid, en de toename van de trillingssterkte meer dan 30 procent bedraagt maar de in tabel 2 opgenomen grenswaarde niet wordt overschreden, bevat het tracébesluit maatregelen waarmee de toename tot in ieder geval 30 procent wordt teruggebracht.
3	Indien de V_{max} in de plansituatie niet voldoet aan de streefwaarde, bedoeld in het eerste lid, de toename van de trillingssterkte meer dan 30 procent bedraagt maar de in tabel 2 opgenomen grenswaarde wel wordt overschreden, bevat het tracébesluit maatregelen waarmee de toename tot in ieder geval 30 procent wordt teruggebracht of zoveel meer als nodig is om overschrijding van die grenswaarde te voorkomen.

Artikel 7

1	In een tracébesluit als bedoeld in artikel 4, tweede lid, kunnen maatregelen ter voorkoming of beperking van de trillinghinder met betrekking tot de V_{per} achtenwege blijven indien de V_{per} in de plansituatie voldoet aan de in tabel 3 opgenomen grenswaarde.
2	Indien de V_{per} in de bestaande situatie voldoet aan de in tabel 3 opgenomen grenswaarde, maar in de plansituatie daaraan niet voldoet, bevat het tracébesluit maatregelen waarmee de toename van de trillingssterkte tot die grenswaarde wordt teruggebracht.
3	Indien de V_{per} in de bestaande situatie en in de plansituatie niet voldoet aan de in tabel 3 opgenomen grenswaarde, bevat het tracébesluit maatregelen waarmee toename van de trillingssterkte wordt voorkomen.

Uit bovenstaande wordt duidelijk dat los van de precieze trillingssterkte, er geen aanvullende trillingsreducerende maatregelen nodig zijn (en daarmee de trillingseffecten als aanvaardbaar worden beschouwd) ingeval er in de plansituatie (in dit geval beoogde situatie met

Beschouwing effecten trillingen

Spoorwegonderdoorgang Vierpaardjes Venlo

projectnummer 442056

8 september 2020 revisie 01

Gemeente Venlo



onderdoorgang onder spoor in plaats van gelijkvloerse kruising in de bestaande situatie) geen sprake is van een toename van de trillingssterkte ten opzichte van de bestaande situatie.

3 Uitgangspunten en onderzoekopzet

3.1 Uitgangspunten – voorgenomen ontwerp

Huidige situatie



Ontwerpvariant rotonde



Ontwerpvariant ovonde



In bovenstaande afbeeldingen zijn de belangrijkste veranderingen weergegeven. Links de huidige situatie. Rechts de 2 worst-case varianten voor het voorgenomen ontwerp. Er wordt opgemerkt dat ten tijde van het schrijven van dit onderzoek nog een derde variant (T-kruising) wordt onderzocht. De variant met de rotonde en de ovonde zijn echter de worst-case varianten. De T-kruising is dan ook niet specifiek onderzocht.

Belangrijkste veranderingen:

- onderdoorgang Vierpaardjes met spoor in plaats van gelijkvloerse kruising;
- blauwomlijnde deel Vierpaardjes betonnen tunnelbak in plaats van standaard wegfundering; buiten de tunnelbak zullen de te wijzigen weggedeelten (behoudens nieuwe rotonde/ ovonde) zijn voorzien van standaard wegfundering (uitgangspunt in deze beschouwing: 25 cm puinverharding); de nieuwe weggedeelten worden afgewerkt met gladde wegdekverharding;
- maximaal toegestane rijsnelheid Vierpaardjes naar 30 km/uur in plaats van 50/uur;
- betonnen tunnelbak spoor in plaats van gelijkvloerse spoorovergang;
- amoveren 18 woningen (Vierpaardjes 48-64) ter hoogte van nieuwe wegprofiel Vierpaardjes;
- amoveren kantoorgebouwen ten noorden (Broekestraat 33/33A) en ten zuiden (Guliksebaan 1, 3,3A,3B,3C) van Vierpaardjes;
- rotonde of ovonde (ontwerpvariant) ter hoogte van kruising met Guliksebaan; deze worden voorzien van betonnen wegfundering;
- verhoogde overgang Amnestie Internationalstraat/Guliksebaan over (fiets)tunnel Broekestraat in plaats van huidige aansluiting middels een rotonde.



3.2 Onderzoeksopzet

3.2.1 Kwalitatieve beschouwing

Op basis van de beschreven wijzigingen in het voorgenomen ontwerp Vierpaardjes is aan de hand van expert judgement een inschatting gemaakt van de verwachte effecten op de trillingsniveau in omliggende voor trillingen gevoelige objecten (zoals woningen en kantoren). De resultaten hiervan zijn beschreven in paragraaf 4.1.

3.2.2 Indicatieve berekeningen

Om een inschatting te verkrijgen van de verwachte trillingsniveaus door wegverkeer in de situatie met voorgenomen wijzigingen, zijn indicatieve berekeningen uitgevoerd met het programma Vibra Predict (TNO). De resultaten hiervan zijn weergegeven in bijlage 1 t/m 3 en worden beschreven en toegelicht in paragraaf 4.2.

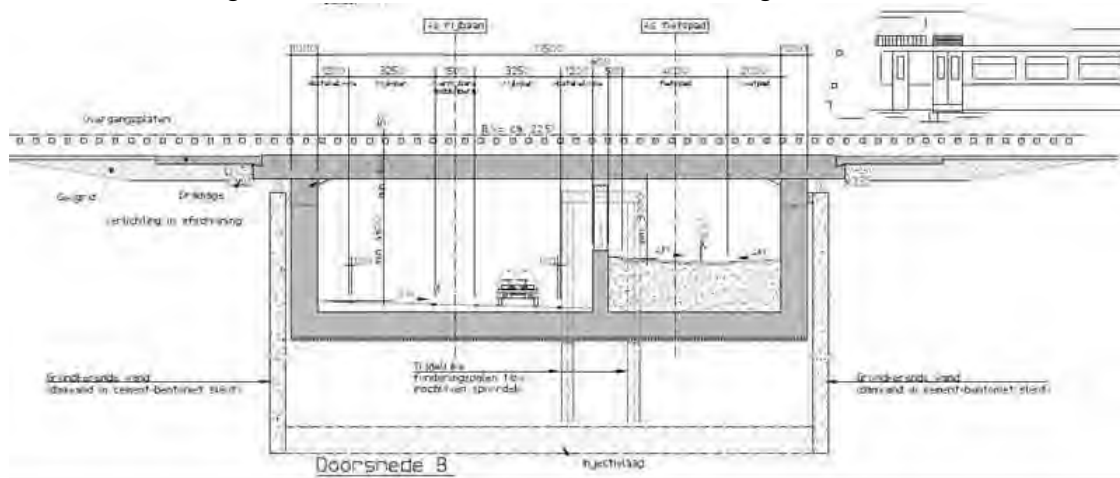


4 Resultaten beschouwing

4.1 Kwalitatieve beschouwing – verwachte effect van de aanpassingen op trillingen

Spoorovergang – trillingen door gebruik spoor

In de huidige situatie is sprake van een gelijkvloers spoorwegerdoorgang. Er is sprake van directe aanstoot van de ondergrond. In het voorgenomen ontwerp zal sprake zijn van een betonnen tunnelbak (met stijfheid en massa), waardoor directe aanstoot van trillingen in de ondergrond ter hoogte van de overgang minimaal zal zijn. Daarnaast voorziet het principeontwerp in toepassing van overgangsplaten conform OVS, om verhoogde trillingsniveaus bij de overgangen tussen kunstwerk en ondergrond te voorkomen. Zie onderstaande afbeelding.



Het beoogde nieuwe ontwerp heeft geen invloed op het gebruik van het spoor. Gezien bovenstaande is het daarmee voldoende aannemelijk dat vanwege het gebruik van het spoor in voorgenomen gewijzigde situatie (met onderdoorgang Vierpaardjes) geen sprake zal zijn van verhoogde trillingsniveaus (ten opzichte van het huidige spoorprofiel). Het nieuwe ontwerp zal eerder tot gevolg hebben dat de trillingsniveaus ter hoogte van de spoorovergang lager zullen zijn dan in situatie met huidige gelijkvloerse spoorovergang. In lijn met Bts zijn daarmee de verwachte effecten op trillingen door het spoor met beoogde onderdoorgang, aanvaardbaar.

Vierpaardjes – trillingen door gebruik weg

Het gewijzigde ontwerp zal naar verwachting een verlagend effect hebben op de trillingen vanwege weggebruik op omliggende voor trillingen gevoelige objecten. Hiervoor zijn een aantal redenen:

- ter hoogte van de betonnen tunnelbak (met stijfheid en massa) zal in veel mindere mate sprake zijn van directe aanstoot van de ondergrond dan in de huidige situatie met standaard wegfundering het geval is;
- de afstand tussen Vierpaardjes en omliggende woningen wordt groter; in de huidige situatie bedraagt de kortste afstand tussen wegas en woningen circa 8 meter (woningen Vierpaardjes 48-64); in de gewijzigde situatie zijn deze woningen geamoveerd en bedraagt de kortste afstand tot woningen alhier ruim 20 meter (Willem van Bommelstraat 14) tot de tunnelbak met naar verhouding beperkte trillingsoverdracht

naar de ondergrond) en circa 40 meter (Kaldenkerkerweg 80) tot het weggedeelte met standaardwegfundering;

- de maximaal toegestane rijsnelheid op Vierpaardjes zal worden teruggebracht van 50 km/uur naar 30 km/uur;
- het wegprofiel zal tot aan de aansluiting met het ongewijzigde weggedeelte worden voorzien van een gladde asfaltering.

Verhoogde overgang Amnestie Internationalstraat/Guliksebaan over (fiets)tunnel Broeksestraat

In het gewijzigde ontwerp zal naar verwachting sprake zijn van vergelijkbare dan wel lagere trillingsniveaus op omliggende woningen dan in de situatie met het huidige wegprofiel:

- door de helling van het iets verhoogde weggedeelte (over tunnel Broeksestraat) kan sprake zijn van iets meer optrekkend verkeer dan in de huidige situatie met rotonde (waarin ook al sprake is van afremmend, optrekkend verkeer); dit heeft een mogelijk (beperkt) verhogend effect op trillingen;
- dit effect word naar verwachting gecompenseerd doordat de afstand tussen wegas en woningen in de situatie met voorgenomen wegontwerp groter is (kleinste afstand circa 35 meter, Broeksestraat 40) dan in de situatie met rotonde in het huidige wegprofiel (kleinste afstand circa 20 meter).



In het gewijzigde ontwerp zal naar verwachting sprake zijn van lagere trillingsniveaus op omliggende kantoren:

- de afstand tussen wegas en omliggende kantoren wordt groter; in de huidige situatie bedraagt de kortste afstand tussen dit weggedeelte en kantoren circa 20 meter (kantoren aan de Broekestraat 33/33A en Guliksebaan 1, 3,3A,3B,3C); in de gewijzigde situatie zijn deze kantoren geamoveerd en bedraagt de kortste afstand tot kantoren alhier ruim 80 meter.

Rotonde/ Ovonde ter hoogte van kruising met Guliksebaan

In het gewijzigde ontwerp zal naar verwachting sprake zijn van vergelijkbare dan wel lagere trillingsniveaus op omliggende woningen dan in de situatie met het huidige wegprofiel:

- de afstand tussen de wegas alhier en omliggende woningen wordt in de ontwerpvariant met rotonde kleiner; in de huidige situatie bedraagt de kortste afstand tussen wegas en woningen circa 45 meter (woningen Morion 39-51); in de gewijzigde situatie met rotonde bedraagt de afstand circa 32 meter; in de situatie met ovonde blijft de (kortste afstand tot woningen ongewijzigd;
- de rotonde/ovonde wordt voorzien van een betonnen fundering; dit zal ten opzichte van de huidige standaardfundering een verlagend effect hebben op de trillingen vanwege weggebruik alhier.

In het gewijzigde ontwerp zal naar verwachting sprake zijn van vergelijkbare trillingsniveaus op omliggende kantoren:

- de afstand tussen wegas en omliggende kantoren blijft vergelijkbaar; in de huidige situatie bedraagt de kortste afstand tussen dit weggedeelte en kantoren circa 20 meter (kantoren aan de Guliksebaan 1, 3,3A,3B,3C); in de gewijzigde situatie zijn deze kantoren geamoveerd, maar is in het gewijzigde wegprofiel sprake van een afstand van circa 25 meter ten opzichte van het kantoor aan de Guliksebaan 5 (dat blijft gehandhaafd); het verschil in afstand is daarmee minimaal.

4.2 Inschatting verwachte trillingsniveaus in aangepaste situatie (illustratieve berekeningen)

Op basis van voorgaande inventarisatie is voor een aantal situaties (worst-case verwachte hoogst optreden trillingsniveaus) indicatief berekend wat de verwachte trillingsniveaus bedragen vanwege wegverkeer in de beoogde aangepaste wegstructuur (onderdoorgang Vierpaardjes):

- Woningen nabij overgang Guliksebaan (50 km/uur) – rekenresultaten zie bijlage 1;
- Woningen nabij nieuwe rotonde Guliksebaan – rekenresultaten zie bijlage 2;
- Kantoor nabij ovonde – rekenresultaten zie bijlage 3.

Uit de rekenresultaten volgt dat ruim wordt voldaan aan de grenswaarden uit de SBR richtlijn deel A (schade) en deel B (hinder).



5 Samenvatting en conclusies

De gemeente Venlo is voornemens om de gelijkvloerse spoorwegovergang Vierpaardjes aan te passen in de vorm van een onderdoorgang. De aanpassing heeft tot gevolg dat er tevens veranderingen aan het onderliggende wegennet en de bebouwde omgeving plaatsvinden. Voor beschreven voornemen wordt een bestemmingsplan opgesteld.

Voor de ruimtelijke onderbouwing van het plan is het nodig om inzicht te verkrijgen in de gevolgen voor het aspect trillingen vanwege het gebruik van weg en spoor in de voorgenomen gewijzigde situatie.

Om een eerste indruk te verkrijgen van de verwachte effecten op het gebied van trillingen, is op basis van de beschikbare informatie over het voorgenomen ontwerp een kwalitatieve beschouwing uitgevoerd. Doel van de beschouwing is om te bepalen wat naar verwachting de gevolgen zijn voor de trillingen (door gebruik van weg en spoor) op omliggende gevoelige objecten in de beoogde situatie met onderdoorgang ten opzichte van de huidige situatie met gelijkvloerse overgang van Vierpaardjes over het spoor. Met de beschouwing moet tevens duidelijk worden welke trillingsniveaus, vanwege gebruik in de gewijzigde situatie, bij benadering op omliggende voor trillingen gevoelige gebouwen zijn te verwachten. Om vervolgens op basis van de uitkomsten hiervan te bepalen in hoeverre een verhoogde kans op hinder en/of schade aan de orde is.

Voor trillingen gelden geen wettelijke vereisten. Als toetsingsmaat voor de kans op hinder en/of schade is uitgegaan van de door Stichting Bouw Research (verder SBR genoemd) opgestelde trillingsrichtlijn deel A: Schade aan gebouwen (november 2017) en deel B: Hinder voor personen (2002).

Uit de uitgevoerde beschouwing volgt dat:

- In het voorgenomen gewijzigde ontwerp (spooronderdoorgang Vierpaardjes) naar verwachting sprake zal zijn van tenminste gelijkwaardige, maar hoogstwaarschijnlijke lagere trillingsniveaus in omliggende trillingsgevoelige objecten dan in de situatie met het huidige wegprofiel (gelijkvloerse kruising Vierpaardjes met het spoor);
- In trillingsgevoelige objecten langs de aan te passen weggedeelten wordt, vanwege weggebruik in voorgenomen aangepaste situatie (spooronderdoorgang), voldaan aan de grenswaarden die volgen uit de SBR trillingsrichtlijn deel A (schade) en B (hinder).

Gezien bovenstaande is het voldoende aannemelijk dat voorgenomen ontwerp (onderdoorgang spoor Vierpaardjes en hieraan gelieerde aanpassingen zoals in dit rapport beschreven) niet leidt tot een verhoogde kans op hinder en/of schade door verkeer.

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Wim Duisenbergplantsoen 21
6221 SE MAASTRICHT
Postbus 959
6200 AZ MAASTRICHT
T. 0620495115
E. vincent.huizer@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2020

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid is 5 %

Voorspelling van trillingen

Berekend zijn de verwachte topwaarde en voortschrijdende effectieve waarde van de trillingssnelheid met een overschrijdingskans van 5 %

Trillingsschade

De dominante frequentie van de trilling op de fundering:
 voertuig Hz

2-assig vrachtwagen 20t	9
3-assig voertuig	10
Bus SB 200 vol	8
Bus MB 200 vol	9
Bus SB 200 leeg	8
Bus MB 200 leeg	9

De grenswaarden (behalve de grenswaarde die geldt voor de onderdelen) volgens SBR richtlijn A zijn frequentie afhankelijk. De grenswaarden die bij deze dominante frequentie horen, zijn:

voertuig	Hz	Vast punt		fundering zetting	onderdelen
		vert	horz		
2-assig vrachtwagen 20t	9	3.3	17.7	10.0	
3-assig voertuig	10	3.3	15.9	10.0	
Bus SB 200 vol	8	3.3	19.9	10.0	
Bus MB 200 vol	9	3.3	17.7	10.0	
Bus SB 200 leeg	8	3.3	19.9	10.0	
Bus MB 200 leeg	9	3.3	17.7	10.0	

Er wordt voor elk voertuig in combinatie met elke snelheid berekend:

Maximale verticale snelheid op een stijfpunt op de constructie	$V_{\max, \text{vert}}$
Maximale horizontale snelheid op een stijfpunt op de constructie	$V_{\max, \text{hor}}$
Maximale snelheid op de fundatie	$V_{\max, \text{fund}}$
Maximale snelheid op onderdelen	$V_{\max, \text{onderdelen}}$

De berekende topwaarden worden vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor die afhankelijk is van de gekozen overschrijdingskans.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid	5 %
Factor horende bij deze overschrijdingskans:	$V_{\max, \text{vert}}$ 1.5
	$V_{\max, \text{hor}}$ 1.5
	$V_{\max, \text{fund}}$ 1.5
	$V_{\max, \text{onderdelen}}$ 1.6

De snelheden die in de tabel hieronder vermeld worden, zijn de berekende snelheden vermenigvuldigd met deze factor in mm/s.

voertuig	v km/h	Vast punt		Fundering zetting	ond
		vert	hor		
2-assig vrachtwagen 20t	50	0.0	0.0	0.0	0.0
3-assig voertuig	50	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus SB 200 vol	50	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus MB 200 vol	50	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus SB 200 leeg	50	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus MB 200 leeg	50	0.0	0.0	0.0	0.0

Trillingshinder

Voor elk voertuig wordt, in combinatie met elke snelheid, de maximale verticale effectieve waarde ($V_{\text{eff,max}}$) midden op het vloerveld berekend. Bovendien wordt, indien nodig, per periode V_1 berekend.

De streefwaarden, volgens SBR-richtlijn B, zijn afhankelijk van de gebouwfunctie. De streefwaarden die horen bij de gebouwfunctie 'wonen' zijn:

	A_1	A_2	A_3 (geldig voor V_{per})
$V_{\text{eff,max}}$ dag- en avondperiode :	0.10	0.40	0.05
$V_{\text{eff,max}}$ nachtperiode :	0.10	0.20	0.05

Er wordt voldaan aan de streefwaarden, als:

- $V_{\text{eff,max}}$ in een ruimte kleiner is dan A_1 , of
- $V_{\text{eff,max}}$ in een ruimte kleiner is dan A_2 , of
- V_{per} kleiner is dan A_3

De berekende maximale effectieve waarden worden vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor die afhankelijk is van de gekozen overschrijdingskans.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid $V_{\text{eff,max}}$ is 5 %

Factor horende bij deze overschrijdingskans: 1.9

De snelheden die in de tabel hieronder vermeld worden, zijn de berekende maximale effectieve waarden vermenigvuldigd met de veiligheidsfactor.

voertuig	v km/h	$V_{\text{eff,max}}$ dag	avond	nacht
2-assig vrachtwagen 20t	50	0.002	0.002	0.002
3-assig voertuig	50	0.002	0.002	0.002
Bus SB 200 vol	50	0.001	0.001	0.001
Bus MB 200 vol	50	0.003	0.003	0.003
Bus SB 200 leeg	50	0.004	0.004	0.004
Bus MB 200 leeg	50	0.003	0.003	0.003

Conclusie

Uit de berekening blijkt dat er geen schade aan het gebouw optreedt. De grenswaarden voor het optreden van schade, volgens SBR-richtlijn A, worden niet overschreden.

Uit de berekening blijkt dat er geen hinder bestaat. De streefwaarden voor het optreden van hinder, volgens SBR-richtlijn B, worden niet overschreden.

Invoergegevens

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid is 5 %

Voorspelling van trillingen

Berekend zijn de verwachte topwaarde en voortschrijdende effectieve waarde van de trillingssnelheid met een overschrijdingskans van 5 %

Trillingsschade

De dominante frequentie van de trilling op de fundering:
voertuig Hz

2-assig vrachtwagen 20t	9
3-assig voertuig	10
Bus SB 200 vol	8
Bus MB 200 vol	8
Bus SB 200 leeg	8
Bus MB 200 leeg	8

De grenswaarden (behalve de grenswaarde die geldt voor de onderdelen) volgens SBR richtlijn A zijn frequentie afhankelijk. De grenswaarden die bij deze dominante frequentie horen, zijn:

voertuig	Hz	Vast punt		fundering zetting	onderdelen
		vert	horz		
2-assig vrachtwagen 20t	9	3.3	17.7	10.0	
3-assig voertuig	10	3.3	15.9	10.0	
Bus SB 200 vol	8	3.3	19.9	10.0	
Bus MB 200 vol	8	3.3	19.9	10.0	
Bus SB 200 leeg	8	3.3	19.9	10.0	
Bus MB 200 leeg	8	3.3	19.9	10.0	

Er wordt voor elk voertuig in combinatie met elke snelheid berekend:

Maximale verticale snelheid op een stijfpunt op de constructie	$V_{\max, \text{vert}}$
Maximale horizontale snelheid op een stijfpunt op de constructie	$V_{\max, \text{hor}}$
Maximale snelheid op de fundatie	$V_{\max, \text{fund}}$
Maximale snelheid op onderdelen	$V_{\max, \text{onderdelen}}$

De berekende topwaarden worden vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor die afhankelijk is van de gekozen overschrijdingskans.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid	5 %
Factor horende bij deze overschrijdingskans:	$V_{\max, \text{vert}}$ 1.5
	$V_{\max, \text{hor}}$ 1.5
	$V_{\max, \text{fund}}$ 1.5
	$V_{\max, \text{onderdelen}}$ 1.6

De snelheden die in de tabel hieronder vermeld worden, zijn de berekende snelheden vermenigvuldigd met deze factor in mm/s.

voertuig	v km/h	Vast punt		Fundering zetting	ond
		vert	hor		
2-assig vrachtwagen 20t	30	0.0	0.0	0.0	0.0
3-assig voertuig	30	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus SB 200 vol	30	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus MB 200 vol	30	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus SB 200 leeg	30	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus MB 200 leeg	30	0.0	0.0	0.0	0.0

Trillingshinder

Voor elk voertuig wordt, in combinatie met elke snelheid, de maximale verticale effectieve waarde ($V_{\text{eff,max}}$) midden op het vloerveld berekend. Bovendien wordt, indien nodig, per periode V_1 berekend.

De streefwaarden, volgens SBR-richtlijn B, zijn afhankelijk van de gebouwfunctie. De streefwaarden die horen bij de gebouwfunctie 'wonen' zijn:

	A_1	A_2	A_3 (geldig voor V_{per})
$V_{\text{eff,max}}$ dag- en avondperiode :	0.10	0.40	0.05
$V_{\text{eff,max}}$ nachtperiode :	0.10	0.20	0.05

Er wordt voldaan aan de streefwaarden, als:

- $V_{\text{eff,max}}$ in een ruimte kleiner is dan A_1 , of
- $V_{\text{eff,max}}$ in een ruimte kleiner is dan A_2 , of
- V_{per} kleiner is dan A_3

De berekende maximale effectieve waarden worden vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor die afhankelijk is van de gekozen overschrijdingskans.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid $V_{\text{eff,max}}$ is 5 %
 Factor horende bij deze overschrijdingskans: 1.9

De snelheden die in de tabel hieronder vermeld worden, zijn de berekende maximale effectieve waarden vermenigvuldigd met de veiligheidsfactor.

voertuig	v km/h	$V_{\text{eff,max}}$ dag	avond	nacht
2-assig vrachtwagen 20t	30	0.001	0.001	0.001
3-assig voertuig	30	0.002	0.002	0.002
Bus SB 200 vol	30	0.001	0.001	0.001
Bus MB 200 vol	30	0.002	0.002	0.002
Bus SB 200 leeg	30	0.003	0.003	0.003
Bus MB 200 leeg	30	0.002	0.002	0.002

Conclusie

Uit de berekening blijkt dat er geen schade aan het gebouw optreedt. De grenswaarden voor het optreden van schade, volgens SBR-richtlijn A, worden niet overschreden.

Uit de berekening blijkt dat er geen hinder bestaat. De streefwaarden voor het optreden van hinder, volgens SBR-richtlijn B, worden niet overschreden.

Invoergegevens

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid is 5 %

Voorspelling van trillingen

Berekend zijn de verwachte topwaarde en voortschrijdende effectieve waarde van de trillingssnelheid met een overschrijdingskans van 5 %

Trillingsschade

De dominante frequentie van de trilling op de fundering:
 voertuig Hz

2-assig vrachtwagen 20t	9
3-assig voertuig	9
Bus SB 200 vol	8
Bus MB 200 vol	8
Bus SB 200 leeg	8
Bus MB 200 leeg	8

De grenswaarden (behalve de grenswaarde die geldt voor de onderdelen) volgens SBR richtlijn A zijn frequentie afhankelijk. De grenswaarden die bij deze dominante frequentie horen, zijn:

voertuig	Hz	Vast punt		fundering	onderdelen
		vert	horz	zetting	
2-assig vrachtwagen 20t	9	3.3	17.7	10.0	
3-assig voertuig	9	3.3	17.7	10.0	
Bus SB 200 vol	8	3.3	19.9	10.0	
Bus MB 200 vol	8	3.3	19.9	10.0	
Bus SB 200 leeg	8	3.3	19.9	10.0	
Bus MB 200 leeg	8	3.3	19.9	10.0	

Er wordt voor elk voertuig in combinatie met elke snelheid berekend:

Maximale verticale snelheid op een stijfpunt op de constructie	$V_{\max, \text{vert}}$
Maximale horizontale snelheid op een stijfpunt op de constructie	$V_{\max, \text{hor}}$
Maximale snelheid op de fundatie	$V_{\max, \text{fund}}$
Maximale snelheid op onderdelen	$V_{\max, \text{onderdelen}}$

De berekende topwaarden worden vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor die afhankelijk is van de gekozen overschrijdingskans.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid	5 %
Factor horende bij deze overschrijdingskans:	$V_{\max, \text{vert}}$ 1.5
	$V_{\max, \text{hor}}$ 1.5
	$V_{\max, \text{fund}}$ 1.5
	$V_{\max, \text{onderdelen}}$ 1.6

De snelheden die in de tabel hieronder vermeld worden, zijn de berekende snelheden vermenigvuldigd met deze factor in mm/s.

voertuig	v km/h	Vast punt		Fundering	ond
		vert	hor	zetting	
2-assig vrachtwagen 20t	30	0.0	0.0	0.0	0.0
3-assig voertuig	30	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus SB 200 vol	30	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus MB 200 vol	30	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus SB 200 leeg	30	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus MB 200 leeg	30	0.0	0.0	0.0	0.0

Trillingshinder

Voor elk voertuig wordt, in combinatie met elke snelheid, de maximale verticale effectieve waarde ($V_{\text{eff,max}}$) midden op het vloerveld berekend. Bovendien wordt, indien nodig, per periode V_1 berekend.

De streefwaarden, volgens SBR-richtlijn B, zijn afhankelijk van de gebouwfunctie. De streefwaarden die horen bij de gebouwfunctie 'onderwijs en kantoor' zijn:

	A_1	A_2	A_3 (geldig voor V_{per})
$V_{\text{eff,max}}$ dag- en avondperiode :	0.15	0.60	0.07
$V_{\text{eff,max}}$ nachtperiode :	0.15	0.60	0.07

Er wordt voldaan aan de streefwaarden, als:

- $V_{\text{eff,max}}$ in een ruimte kleiner is dan A_1 , of
- $V_{\text{eff,max}}$ in een ruimte kleiner is dan A_2 , of
- V_{per} kleiner is dan A_3

De berekende maximale effectieve waarden worden vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor die afhankelijk is van de gekozen overschrijdingskans.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid $V_{\text{eff,max}}$ is 5 %
 Factor horende bij deze overschrijdingskans: 1.6

De snelheden die in de tabel hieronder vermeld worden, zijn de berekende maximale effectieve waarden vermenigvuldigd met de veiligheidsfactor.

voertuig	v km/h	$V_{\text{eff,max}}$ dag	avond	nacht
2-assig vrachtwagen 20t	30	0.001	0.001	0.001
3-assig voertuig	30	0.001	0.001	0.001
Bus SB 200 vol	30	0.000	0.000	0.000
Bus MB 200 vol	30	0.001	0.001	0.001
Bus SB 200 leeg	30	0.001	0.001	0.001
Bus MB 200 leeg	30	0.001	0.001	0.001

Conclusie

Uit de berekening blijkt dat er geen schade aan het gebouw optreedt. De grenswaarden voor het optreden van schade, volgens SBR-richtlijn A, worden niet overschreden.

Uit de berekening blijkt dat er geen hinder bestaat. De streefwaarden voor het optreden van hinder, volgens SBR-richtlijn B, worden niet overschreden.