



# Beschouwing effecten trillingen

projectnummer 0432287.108  
definitief revisie 0  
10 juni 2020

# Beschouwing effecten trillingen

projectnummer 0432287.108

Definitief revisie 0  
10 juni 2020

## Auteurs

V. Huizer  
L.M.J. Krutzen


## Opdrachtgever

VDL Nedcar B.V.  
Dr. Hub van Doorneweg 1  
6121 RD BORN


datum vrijgave  
2020-06-10

beschrijving revisie 0  
definitiefconcept

goedkeuring  
G.A.O. Graaf



vrijgave  
P.F.G.M. Kennes



# Inhoudsopgave

Blz.

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>2</b>
1.1	Alternatieven	3
1.2	Voorkeursalternatief	4
1.3	Trillingen	6
1.4	Leeswijzer	6
<b>2</b>	<b>Toetsingskader</b>	<b>7</b>
2.1	Trillingsrichtlijn deel A Schade aan gebouwen (november 2017)	7
2.2	Trillingsrichtlijn deel B Hinder voor personen	9
2.2.1	Continu voorkomende trillingen gedurende lange tijd (gebruiksfase, activiteiten binnen de inrichting)	10
2.2.2	Herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (weg- en railverkeer) gebruiksfase, verkeer van en naar de inrichting	11
2.2.3	Continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden (realisatiefase)	12
<b>3</b>	<b>Uitgangspunten en onderzoeksopzet</b>	<b>14</b>
3.1	Voorgenomen ontwerp – overzicht van de belangrijkste wijzigingen	14
3.2	Omliggende voor trillingen gevoelige gebouwen en leidingen	17
3.3	Planning realisatiefase	20
3.4	Onderzoeksopzet	21
3.4.1	Realisatiefase	21
3.4.2	Gebruiksfase: Effecten van activiteiten binnen het bedrijfsperceel	21
3.4.3	Gebruiksfase: Effect vanwege verkeer op omliggende aan te passen wegen	21
<b>4</b>	<b>Resultaten beschouwing</b>	<b>22</b>
4.1	Realisatiefase	22
4.1.1	Hei- en trilwerkzaamheden	22
4.1.2	Route bouwverkeer	25
4.2	Gebruiksfase	26
4.2.1	Effecten van activiteiten binnen het bedrijfsperceel	26
4.2.2	Effect vanwege verkeer op omliggende aan te passen wegen	28
<b>5</b>	<b>Samenvatting en conclusie</b>	<b>29</b>

# 1 Inleiding

## Uitbreiding VDL Nedcar

VDL Nedcar is een gerenommeerde Nederlandse autofabriek die al ruim 50 jaar auto's bouwt op de locatie in Born. VDL Nedcar produceert auto's in opdracht van grote automerken. De fabriek in Born heeft één productielijn en produceert jaarlijks ongeveer 200.000 auto's. De huidige omgevingsvergunning (voor de activiteit milieu) laat een productie van 350.000 auto's per jaar toe. Bij het bedrijf werken momenteel ongeveer 6.000 werknemers, grotendeels in een tweeploegendienst. VDL Nedcar is daarmee één van de grootste werkgevers in Zuid-Limburg en een belangrijke factor in de Limburgse economie. Om deze rol structureel te behouden en te versterken is uitbreiding van de fabriek met een tweede productielijn noodzakelijk.

Met de beoogde uitbreiding wordt een productiecapaciteit gecreëerd van maximaal 400.000 auto's per jaar. Door de manier waarop de productie van de auto's plaatsvindt is uitbreiding van de productiecapaciteit alleen mogelijk door het bouwen van een complete nieuwe (tweede) productielijn. Door de uitbreiding met een tweede productielijn kan het huidige aantal werknemers toenemen. Daarnaast kan de uitbreiding leiden tot de komst van nieuwe toeleveranciers en extra werkgelegenheid ten gevolge van investeringen voor de uitbreiding en van de bestedingen van de werknemers.

## Effect op omliggende infrastructuur

De uitbreiding van de fabriek betekent ook een toename van de hoeveelheid verkeer, voor zowel de logistiek (aanvoer van grondstoffen en onderdelen en de afvoer van geproduceerde auto's) als mogelijk ook van het personeelsverkeer. De toename van verkeer heeft effect op de omliggende infrastructuur, met name op de aansluitingen van VDL Nedcar op de omliggende provinciale wegen N297 en N276. Daarnaast zijn er knelpunten die zich zullen manifesteren als gevolg van de autonome groei van het verkeer. Deze toename in verkeer door de fabrieksuitbreiding en de autonome groei van het verkeer is de aanleiding om een toekomstvast en robuust ontwerp van de omliggende infrastructuur te maken om de verkeersknelpunten aan te pakken en toekomstbestendig te maken.

## Voorgenomen activiteit en te nemen besluiten

Deze beoogde ontwikkelingen samen zijn de voorgenomen activiteit. Om de ontwikkelingen mogelijk te maken moet een nieuw ruimtelijk plan (in dit geval een provinciaal inpassingsplan) worden vastgesteld en moeten vergunningen worden verleend. Ten behoeve van het aantonen van de uitvoerbaarheid van het PIP en de vergunningsaanvraag ingevolge de Wabo zijn diverse onderzoeken uitgevoerd, waaronder voorliggende beschouwing effecten trillingen.

In onderstaande figuur is de globale ligging van de inrichting in beeld gebracht.



Afbeelding 1.1: De inrichting van VDL Nedcar te Born

## 1.1 Alternatieven

In het kader van het project zijn de volgende vijf alternatieven onderzocht:

Integrale alternatieven voor de m.e.r.-procedure	Fabrieksscenario (BCI Consultancy)	Infrastructuur
<b>Alternatief 1A</b>	Scenario 3.1	Variant A1 Aanpassing bestaande infra (2x1)
<b>Alternatief 1B</b>	Scenario 3.1	Variant A2 aanpassing bestaande infra (2x2)
<b>Alternatief 1C</b>	Scenario 3.1	Variant A3 Sober en doelmatige variant aanpassing bestaande infra (1x2)
<b>Alternatief 2A</b>	Scenario 3.1	Variant C2 (randweg 2x1)
<b>Alternatief 2B</b>	Scenario 3.1	Variant C3 Sober en doelmatige variant van randweg (1x2)

In alle alternatieven heeft het fabrieksterrein een gelijke indeling. De varianten A1 en A2 gaan uit van een ruime aanpassing van de infrastructuur, waarbij de N276 blijft liggen, maar deels wordt aangepast voor een vergroting van de capaciteit en de verkeersveiligheid. Ook bij variant A3 blijft de N276 liggen op het huidige tracé, maar is de aanpassing van de infrastructuur sober en doelmatig. Bij de drie varianten A1, A2 en A3 wordt er een ongelijkvloerse verbinding gemaakt over de N276 om het terrein aan de oostkant van de weg conflictvrij bereikbaar te maken vanaf

het fabrieksterrein. De varianten A1, A2 en A3 zijn ook wel aangeduid als de varianten met een middenweg.

De alternatieven 2A en 2B gaan uit van het verschuiven van de N276 in oostelijke richting, tot naast de Geleenbeek. Bij deze alternatieven ontstaat een aaneengesloten fabrieksterrein, waardoor de ongelijkvloerse verbinding over de N276 niet nodig is. De alternatieven 2A en 2B zijn ook aangeduid als de randwegalternatieven. Van deze alternatieven is alternatief 2B een sobere en doelmatige invulling.

Alternatief 1A	Alternatief 1B	Alternatief 1C	Alternatief 2A	Alternatief 2B
Middenweg: N276 niet verplaatst			Randweg: N276 verschuift	
Oorspronkelijke uitgangspunten		Sober en doelmatig	Oorspronkelijke uitgangspunten	Sober en doelmatig

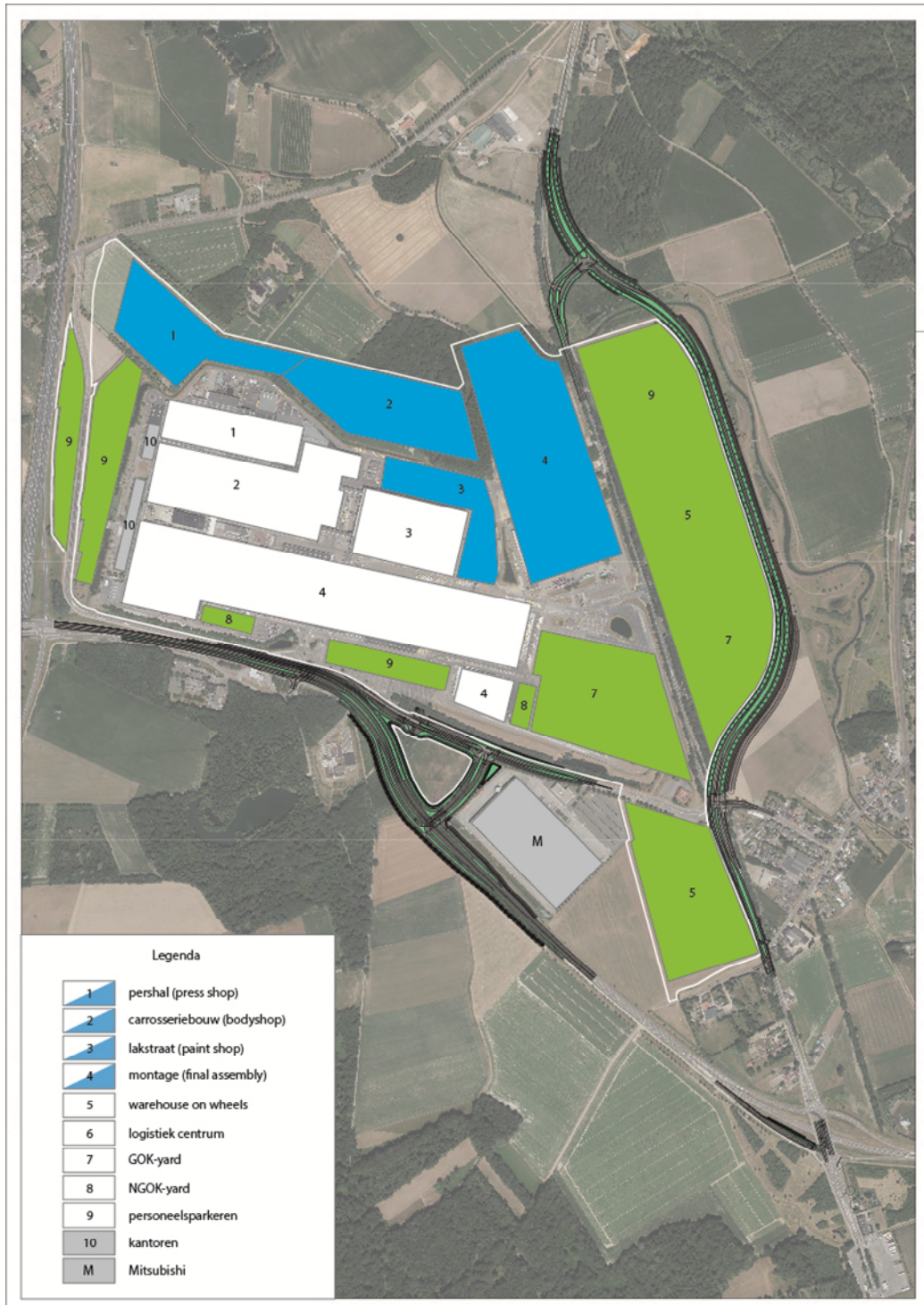
Bij de alternatieven 1A, 1B en 2A is het vanwege de verbreding van de N276 noodzakelijk enkele woningen te amoveren. Uit nader onderzoek kan blijken dat voor deze woningen (bij de sobere en doelmatige alternatieven) en mogelijk ook enkele andere woningen een afweging moet worden gemaakt of ze kunnen worden gehandhaafd gezien de geluidbelasting.

## 1.2 Voorkeursalternatief

Dinsdag 18 februari 2020 heeft besluitvorming plaatsgevonden over het voorkeursalternatief (VKA) “Provinciaal Inpassingsplan (PIP) Uitbreiding VDL Nedcar”. Gedeputeerde Staten hebben inhoudelijk-bestuurlijk de voorkeur uitgesproken voor de sobere en doelmatige variant van de Randweg, ofwel alternatief 2B zoals beschreven in de Notitie Reikwijdte Detailniveau (NRD) en Milieueffectrapportage (MER). Dit alternatief biedt de beste kansen voor VDL Nedcar om de automotive industrie in Limburg verder duurzaam te verankeren. Alternatief 2B is het alternatief dat uitgaat van fabrieksuitbreiding in het Sterrebos en voor de infrastructuur uitgaat van een sobere en doelmatige variant van de Randweg. Voor de beschouwing van effecten op het gebied van trillingen (zoals in dit rapport beschreven) is uitgegaan van het voorkeursalternatief. Belangrijkste veranderingen die het plan voorziet en voor de beschouwing van trillingen relevant zijn:

- Uitbreiding productiehallen;
- De hoofdingang wordt verplaatst van de oostkant (N276) naar de zuidkant van het terrein N297;
- Ongelijkvloerse kruising aan de N297;
- Omlegging van de N276, met brug over Geleenbeek.

Onderstaande afbeelding 1.2 geeft hiervan een overzicht.



Afbeelding 1.2: Alternatief 2B

### 1.3 Trillingen

Om een eerste globale 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 industriële activiteiten, maar ook gebruik van weg en spoor) op omliggende gevoelige objecten, in de beoogde situatie alternatief 2B. Het gaat er hierbij om te bepalen in hoeverre een verhoogde kans op schade en/of hinder op omliggende voor trillingen gevoelige objecten in voldoende mate is uit te sluiten. Indien schade/hinder niet direct is uit te sluiten doen we aanbevelingen voor te nemen acties en/of in te zetten maatregelen.

Hierbij kijken we naar de volgende situaties:

- Trillingen in de aanlegfase;
- Trillingen in de gebruiksfase:
  - o Effecten van activiteiten binnen het bedrijfsperceel (huidige situatie versus situatie met uitbereiding)
  - o Effect vanwege verkeer op omliggende aan te passen wegen (huidige wegprofiel/ -ligging versus gewijzigde wegprofiel/ - ligging).

Als basis voor de beoordeling hanteren we de door Stichting Bouw Research (verder SBR genoemd) opgestelde trillingsrichtlijn deel A: Schade aan gebouwen (november 2017) en deel B: Hinder voor personen (2002).

Zoals beschreven richt de beschouwing zich op het voorkeursalternatief wat ook de basis is voor de vergunningsaanvraag ingevolge de Wabo (2B zoals weergegeven in afbeelding 1.2). Het PIP zal voorgenomen veranderingen echter niet exact vastleggen. Dit betekent dat er, op grond van het PIP, vrijheden zijn in de precieze invulling. In de beschouwing van trillingen is de afstand tussen trillingsveroorzakende activiteiten en voor trillingen gevoelige objecten relevant. Het is aan te raden om bij verdere vormgeving van het plan, voor zover er sprake is van afwijkingen van de nu beschreven situatie (alternatief 2B de in deze beschouwing gehanteerde minimale afstanden tussen trillingsveroorzakende activiteiten en trillingsgevoelige objecten, als basis te hanteren. In geval bij nadere invulling toch sprake is van kleinere afstanden dan in deze beschouwing is opgenomen (e.e.a. gebaseerd op afbeelding 1.2) dan is het advies om op dat moment nader te beoordelen wat hiervan de consequenties zijn voor trillingen.

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

### 1.4 Leeswijzer

In deze rapportage wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op het gehanteerde toetsingskader dat aan dit onderzoek ten grondslag ligt. Vervolgens worden de gehanteerde uitgangspunten en de rekenmethode in hoofdstuk 3 besproken. De onderzoeksresultaten en hieruit te trekken conclusies zijn opgenomen in hoofdstuk 4. De rapportage zal worden 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)

Bouwwerken kunnen door verschillende omstandigheden in trilling raken, bijvoorbeeld door machines, passerend verkeer, explosies, wind of bouwwerkzaamheden. Daardoor bestaat de kans op schade die afhankelijk is van de aard en constructiewijze van het bouwwerk en de aard, sterkte en frequentie van de trillingen.

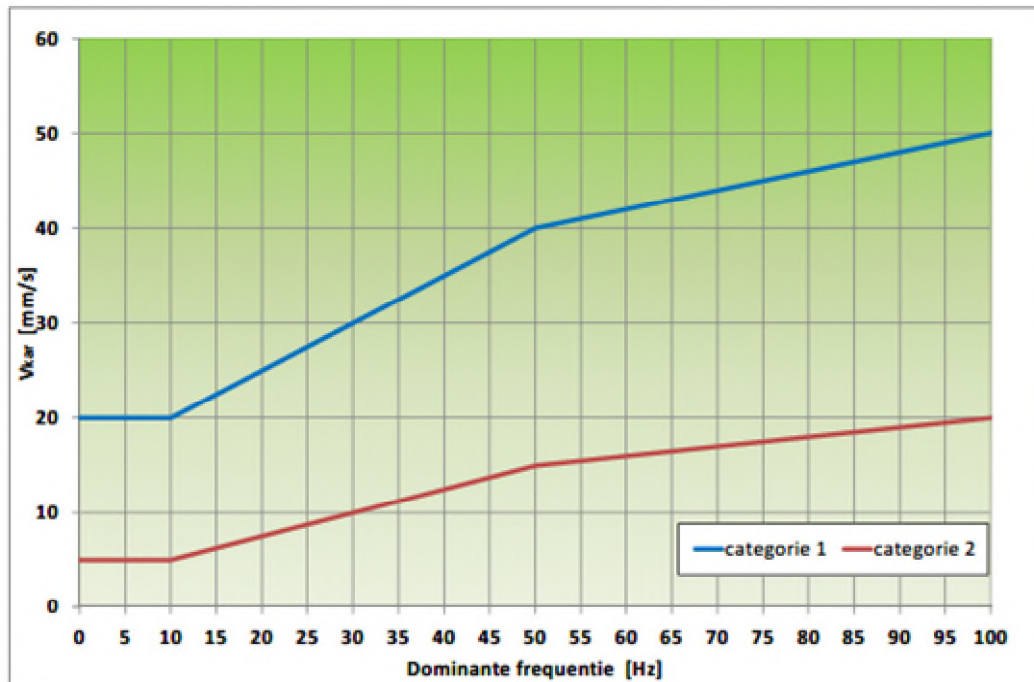
Schade aan gebouwen delen we op in constructieve schade en niet-constructieve schade.

Als de trillingsbelasting lager is dan de grenswaarde, dan is de kans op constructieve schade nihil en de kans op niet-constructieve schade acceptabel klein. Trillingen in combinatie met een andere schadefactor kunnen ervoor zorgen dat bij een trillingsbelasting rond de grenswaarde in een enkel geval toch niet-constructieve schade ontstaat of bestaande schade wordt vergroot. Deze grenswaarden zijn gedefinieerd in de trillingsrichtlijn deel A. De grenswaarde verschilt afhankelijk van de dominante frequentie waarin de trillingssterkte zich voordoet. Daarnaast verschilt de grenswaarde afhankelijk van de constructiewijze:

Tabel 2.1 Categorieën van constructiewijze.

Categorie	Omschrijving
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout.</li> <li>- Onderdelen van een bouwwerk die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijvoorbeeld scheidingsconstructies) indien deze bestaan uit gewapend beton of hout.</li> <li>- Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, die bestaan uit metselwerk zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk.</li> <li>- Onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies die bestaan uit niet gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.</li> </ul>

De grenswaarden voor de fundering en begane grond zijn in de 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):

Tabel 2.2 Karakteristieke waarden verdiepingen.

Categorie bouwwerk (zie tabel 2.1)	V <sub>kar</sub> [mm/s]
1	40
2	15

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

De rekenwaarde van de grenswaarde wordt bepaald volgens:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_t * \gamma_s)$$

**Tabel 2.3 Veiligheidsfactor  $\gamma_t$ .**

Type trilling	Veiligheidsfactor $\gamma_t$	
	Draagconstructies en onderdelen	Fundering kans op zettingen
Kortdurend	1,0	1,0
Herhaald kortdurend	1,5	1,6
Continu	2,5	2,0

**Tabel 2.4 Veiligheidsfactor  $\gamma_s$**

Bouwkundige staat	Veiligheidsfactor $\gamma_s$
Bouwkundige staat: normaal Monumentale status: geen	1,0
Bouwkundige staat: gevoelig en/of Monumentale status: monument	1,7

Voor buisleidingen gelden karakteristieke grenswaarden  $V_{kar}$ , deze zijn opgenomen in tabel 2.9. Voor de bepaling van de rekenwaarde van de grenswaarde  $V_r$  is de veiligheidsfactor  $\gamma_t$  voor de type trilling van toepassing.

**Tabel 2.9 Karakteristieke waarde van de grenswaarde voor buisleidingen.**

Type buisleiding	$V_{kar}$ (mm/s)
Staal (gelast)	100
Beton, gewapend beton, voorgespannen beton, staal	80
Metselwerk, kunststof	50

## 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'.

Tabel 2.5 Streefwaarden trillingen.

Afkorting	Omschrijving
A <sub>1</sub>	Onderste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{max}$ (dimensieloos)
A <sub>2</sub>	Bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{max}$ (dimensieloos)
A <sub>3</sub>	Streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{per}$ (dimensieloos)

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

Er wordt voldaan aan de streefwaarde als:

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

De normstelling is afhankelijk van de aard van de trilling, deze kan per onderzochte situatie verschillen. Er worden twee fases onderzocht:

- Trillingen in de aanlegfase, zie paragraaf 2.2.3 Continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden (realisatiefase) echter gezien de duur van de werkzaamheden wordt er ook gekeken naar paragraaf 2.2.1 en 2.2.2;
- Trillingen in de gebruiksfase:
  - o Effecten van activiteiten binnen het bedrijfsperceel (huidige situatie versus situatie met uitbereiding), zie paragraaf 2.2.1 Continu voorkomende trillingen gedurende lange tijd (gebruiksfase, activiteiten binnen de inrichting)
  - o Effect vanwege verkeer op omliggende aan te passen wegen (huidige wegprofiel/ -ligging versus gewijzigde wegprofiel/ -ligging, dit is beschreven in paragraaf 2.2.2 Herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (weg- en railverkeer) (gebruiksfase (verkeer van en naar de inrichting)

### 2.2.1 Continu voorkomende trillingen gedurende lange tijd (gebruiksfase, activiteiten binnen de inrichting)

Trillingen veroorzaakt door bijvoorbeeld machines, waaronder ook machines die niet permanent in werking zijn of machines die een korte werkcyclus kennen vallen onder de noemer "Continu voorkomende trillingen gedurende lange tijd" zoals beschreven in paragraaf 10.5.2 van de SBR-richtlijn.

Continu trillingen in gebouwen dienen voor zowel nieuwe als bestaande situaties beoordeeld te worden volgens tabel 2.6.

**Tabel 2.6 Streefwaarde voor continue trillingen voor zowel nieuwe als bestaande situaties.**

Gebouwfunctie	Dag (07:00-19:00) en Avond (19:00-23:00)			Nacht (23:00-07:00)		
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Gezondheidszorg	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Onderwijs en kantoor	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07
Bijeenkomstfunctie	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07
Kritische werkruimte	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-

Voor gebouwen die gelegen zijn op een industrieterrein of in een gebied dat in een bestemmingsplan, een Nota Industrielawaai of Gemeentelijke Geluidnota als gebied met lagere beschermingsgraad is aangewezen, mogen, na gemotiveerde afweging, hogere streefwaarden worden aangehouden. Bij de beoordeling kan uitgegaan worden van de waarden uit tabel 2 vermenigvuldigd met een factor 1,8. Deze factor geldt niet voor kritische werkruimten.

## 2.2.2 Herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (weg- en railverkeer) gebruiksfase, verkeer van en naar de inrichting

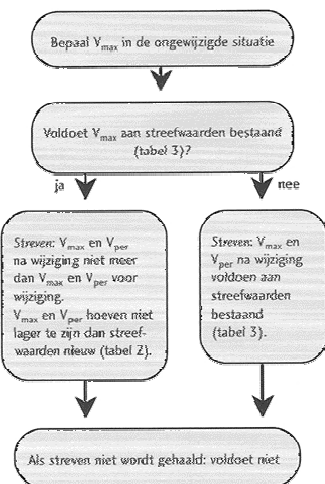
De door verkeerspassages veroorzaakte trillingen vallen onder de noemer van “herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (weg- en railverkeer)” zoals beschreven in paragraaf 10.5.3 van de SBR-richtlijn.

**Tabel 2.7 Streefwaarde voor herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd voor bestaande situaties.**

Gebouwfunctie	Dag (07:00-19:00) en Avond (19:00-23:00)			Nacht (23:00-07:00)		
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Gezondheidszorg	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1
Wonen	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1
Onderwijs en kantoor	0,3	1,2	0,15	0,3	1,2	0,15
Bijeenkomstfunctie	0,3	1,2	0,15	0,3	1,2	0,15
Kritische werkruimte	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-

**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 gevolgd te worden.



**Afbeelding 2.2: beoordeling gewijzigde situatie in geval van weg- en railverkeer**

Bij de vaststelling van de streefwaarden bestaand in het schema mag, indien relevant, de factor 1,8 worden toegepast, zie de opmerking onder tabel 2.6.

**2.2.3 Continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden (realisatiefase)**

De door bouw- of sloopwerkzaamheden veroorzaakte trillingen vallen dan weer onder de noemer van “Continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden” zoals beschreven in paragraaf 10.5.4 van de SBR-richtlijn.

Voor continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende uitsluitend de dagperiode en over korte perioden (3 maanden (78 dagen) of minder) kunnen tijdelijk hogere waarden worden toegelaten. Er treedt dan waarschijnlijk wel hinder op, maar deze kan, indien gemotiveerd, in verband met de beperkte tijdsduur in veel gevallen worden geaccepteerd.

Omdat bij het aanhouden van hogere waarden hinder te verwachten is, wordt aanbevolen de bewoners of gebruikers vooraf tijdig te informeren over de aard en de duur van de trillingen en hen bij de planning van de werkzaamheden die trillingen veroorzaken, te betrekken.

**Tabel 2.8 Streefwaarden in de dag-periode voor continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een korte periode voor alle gebouwfuncties.**

Duur (D) ≤ 1 dag			D Tussen 6 en 26 dagen			D tussen 27 en 78 (maximum) dagen		
A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
0,8	6	0,4	0,4	6	0,3	0,3	6	0,2

Voor de avond- en nachtperiode gelden de streefwaarden zoals aangegeven in tabel 2.6  
 Streefwaarde voor continue trillingen voor zowel nieuwe als bestaande situaties.

## 3 Uitgangspunten en onderzoeksopzet

### 3.1 Voorgenomen ontwerp – overzicht van de belangrijkste wijzigingen

Hieronder volgt een overzicht van de wijzigingen die relevant zijn voor deze “beschouwing effecten trillingen”. De nummers verwijzen naar de verderop weergegeven afbeelding 3.2 in vergelijking met de huidige situatie, zoals weergegeven in afbeelding 3.1. In hoofdstuk 4 diepen we de meest relevante elementen nader uit, om aan de hand daarvan te bepalen wat het verwachte effect is (in relatie tot de onderzoeksvraag: is hinder en/of schade door trillingen in voldoende mate uit te sluiten).

Binnen het bedrijfsperceel:

- 1 blauw pershal;
- 2 blauw carrosseriebouw;
- 3 blauw lakstraat;
- 4 blauw montage;
- 5 groen warehouse on wheels; Dit worden geasfalteerde terreinen, waar vrachtverkeer zal rondrijden en geparkeerd staat.
- 7A groen GOK-Yard: Hier komen twee redelijk grote gebouwen, maar geen fabriekshallen waar productie plaatsvindt. De rest van dit terrein wordt geasfalteerd gebruikt als parkeerplaats.
- 7B groen GOK-yard: In de meest zuidelijke punt komt hier een parkeerterrein voor gereed product. Vanaf de “huidige perceelgrens”, de donkergroene lijn, komt hier een parkeerdek voor gereed product.
- 9A groen personeelsparkeerplaats;
- 9B personeelsparkeerplaats;
- 9C groen personeelsparkeerplaats: Op deze locatie zullen vier parkeertorens worden gerealiseerd.

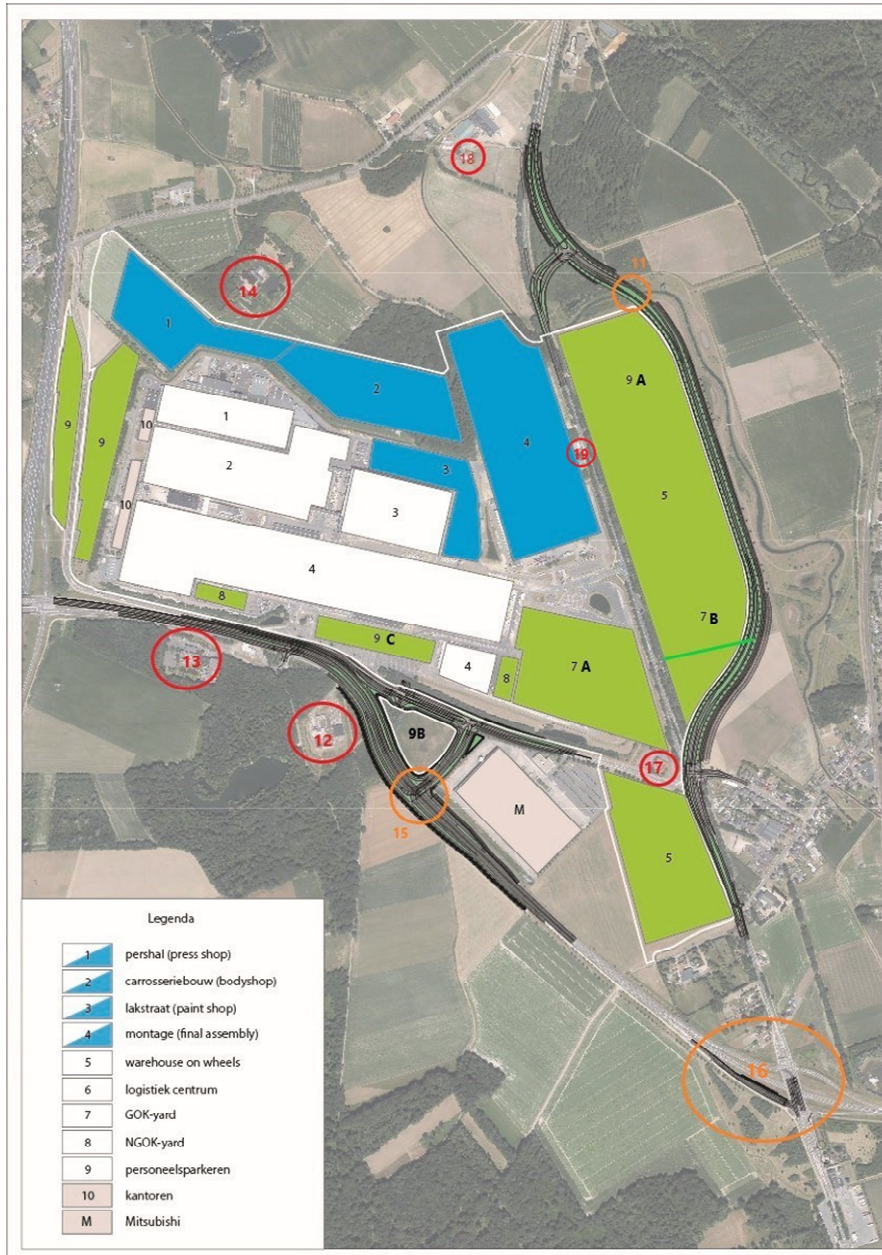
Buiten het bedrijfsperceel, wijzigingen aan infrastructuur:

- Herinrichting aansluiting met de N297 (Langereweg/ Gelders Eind), dit wordt de nieuwe ingang van het VDL-Nedcar terrein, zowel voor vrachtverkeer als personeel, alleen personeel dat parkeert op terrein 9A zal de ingang aan de N276 nemen;
- Het verschuiven van de N276 (Op de Baan);
- 11: Voor de her-aanleg van de N276 komt hier een brug over de Geleenbeek.
- 15: ongelijkvloerse kruising.
- 16: geen fysieke wijziging aan de weg, wel wijziging in rijbanen en belijning.





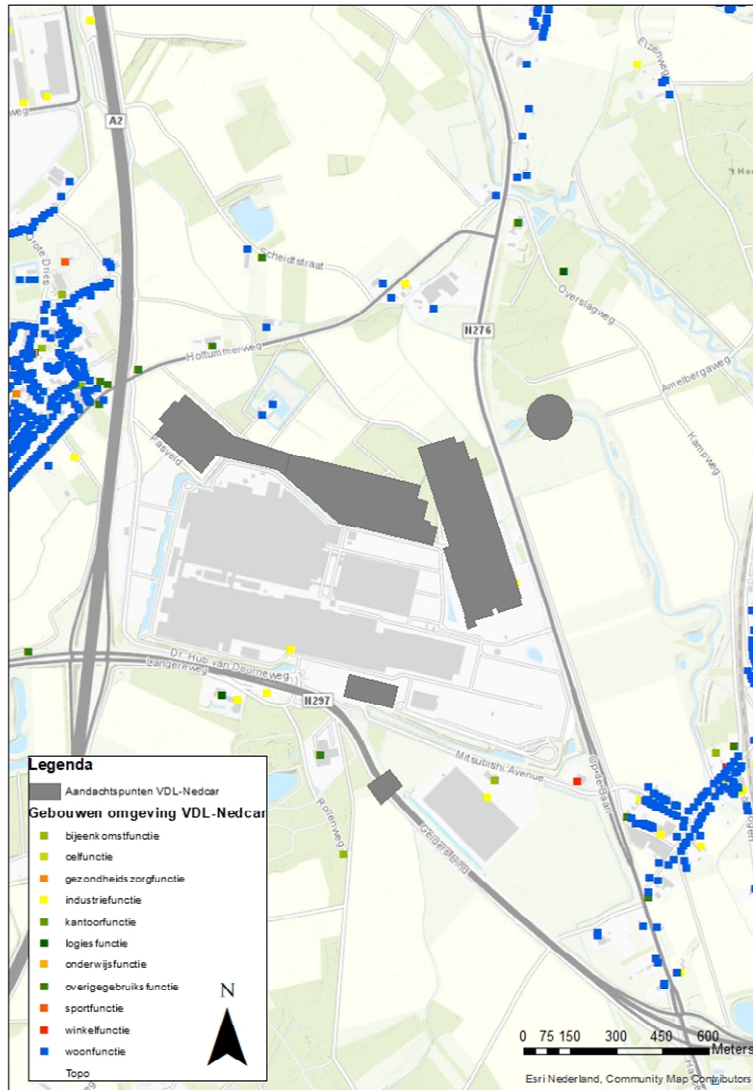
Afbeelding 3.1: huidige situatie.



Afbeelding 3.2: toekomstige situatie inclusief bijzonderheden.

### 3.2 Omliggende voor trillingen gevoelige gebouwen en leidingen

In onderstaande afbeelding 3.3 is een overzicht weergegeven van omliggende gebouwen met bijbehorende functies. Aan de hand hiervan zijn vervolgens de belangrijkste voor trillingen gevoelige gebouwen rondom VDL beschreven.



Afbeelding 3.3: gebouwen in de omgeving

In de omgeving van de pershal liggen enkele woningen binnen een straal van 150 meter. Dit betreft de woningen aan de Gouverneur Ruijs de Beerenbroucklaan 25 en een frituur op nummer 23, de Kleine Dries 2 en de Kloosterstraat 27 te Holtum. In de onderstaande afbeelding zijn deze aangegeven met een blauwe cirkel.



Afbeelding 3.4: Woningen omgeving pershal

In de omgeving van het nieuw te bouwen parkeerdek, zie afbeelding 3.2 nummer 7B, liggen de woningen op een afstand groter dan 150 meter.

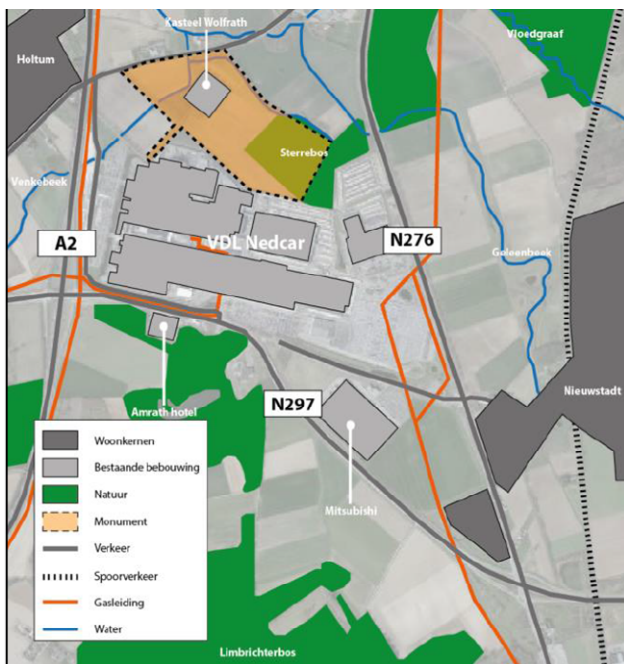


Afbeelding 3.5 Woningen omgeving parkeerdek

Bijzonderheden op het bedrijfsperceel en/of in de directe omgeving:

- 12: Dierenasiel, conform de richtlijn SBR (deel B) is dit geen trillingsgevoelig object, conform deel A is het gebouw wel een object dat schade kan oplopen.
- 13: Hotel Amrath, dit is een trillingsgevoelig object.
- 14: Kasteel Wolfrath dit betreft een pand met monumentale status en momenteel eigendom van VDL-Nedcar.
- 17: Dit pand, in eigendom van VDL-Nedcar heeft in BAG een winkelbestemming. Momenteel wordt dit pand gebruikt als informatiecentrum voor de aanwerving van personeel voor VDL-Nedcar. Dit betreft geen trillingsgevoelig object (deel A).
- 18: Manege Katsbek, gelegen aan de Oude Rijksweg Zuid 58 in Susteren, de bedrijfswoning bij deze manege is een trillingsgevoelig object. Deze ligt op een afstand van 500 meter van de nieuwe aan te leggen terreinen aan de oostkant.
- 19: Op de Baan 4, Born. Dit betreft een woning op het industrieterrein, die in het bestemmingsplan een tijdelijke bestemming heeft gekregen. In de SBR richtlijn zijn geen aparte normen voor woningen op industrieterreinen en/of woningen met een tijdelijk karakter opgenomen, daarom is voornamelijk getoetst aan de normen voor reguliere woningen (dus los van het feit of deze op het industrieterrein zijn gelegen en/of een tijdelijk karakter hebben).

Verder liggen er diverse gasleidingen onder het terrein, ook op plaatsen waar bouwwerkzaamheden uitgevoerd gaan worden. De oostelijk gelegen gasleiding is een hogedrukgasleiding.



Afbeelding 3.6: Gasleidingen

### 3.3 Planning realisatiefase

VDL Nedcar is het traject gestart om direct na afronding van de procedures te kunnen starten met de realisatiefase. Onderstaand is, ter illustratie, een overzicht van de voorlopige planning van werkzaamheden opgenomen.

**Tabel 3.1 Voorlopige planning werkzaamheden.**

Gebouw	Doorlooptijd
Lakstraat (blauw 3)	110 weken
Omleggen Hondsvenkebeek en Gracht noord	20 weken
Pershal (blauw 1)	40-45 weken
Aanleg Yard E – deel Wow (groen 5)	15 weken
Carrosserie-hal (blauw 2)	40-45 weken
Montage-hal (blauw 4)	60 weken
Infra rond gebouwen	40-45 weken
Aanleg Yard E – overig deel, IPS en driehoek KN (groen 9A / 9B)	40-45 weken
Aanleg parkeerdek (groen 7B)	40-45 weken
Aanleg Parkeergarage (groen 9C)	40-45 weken
2 logistieke gebouwen en portiersloge (groen 7B)	30 weken
Infrastructuur omliggend wegennet en waterhuishouding (OGK, aanleg randweg, omleggen Lindbeek etc)	Ca 60-80 weken

Voor de bouw van ieder specifieke productiehal zijn concept deelplanningen bekend, waaruit onder andere de duur van bijvoorbeeld hei-werkzaamheden te halen is. Voor de bouw van de pershal is ingeschat dat deze hei-werkzaamheden 20 dagen in beslag zullen nemen.

### **3.4 Onderzoeksopzet**

#### **3.4.1 Realisatiefase**

Om de kans op schade en trillingshinder tijdens de realisatiefase te bepalen is gebruik gemaakt van kentallen en effect-afstanden-tabellen gebaseerd op indicatieve berekeningen volgens CUR-publicatie 166 en expert judgement. De resultaten hiervan zijn beschreven in paragraaf 4.1 Realisatiefase.

#### **3.4.2 Gebruiksfase: Effecten van activiteiten binnen het bedrijfsperceel**

Op basis van de beschreven wijzigingen in het voorgenomen alternatief 2B, in combinatie met de beschikbare bouwtekeningen, is aan de hand van expert judgement een inschatting gemaakt van de verwachte effecten op het trillingsniveau in omliggende, voor trillingen gevoelige objecten. De resultaten hiervan zijn beschreven in paragraaf 4.2 Gebruiksfase.

#### **3.4.3 Gebruiksfase: Effect vanwege verkeer op omliggende aan te passen wegen**

Op basis van de beschreven wijzigingen in het voorgenomen alternatief 2B is aan de hand van indicatieve berekeningen met het programma VP Predict en expert judgement een inschatting gemaakt van de verwachte effecten op het trillingsniveau in omliggende, voor trillingen gevoelige objecten. De resultaten hiervan zijn beschreven in paragraaf 4.2.1 Gebruiksfase: Effect vanwege verkeer op omliggende aan te passen.

## 4 Resultaten beschouwing

Dit hoofdstuk is ingedeeld in de paragrafen realisatiefase en gebruiksfase.

### 4.1 Realisatiefase

In de realisatiefase zijn voor wat betreft trillingen de volgende werkzaamheden/ activiteiten bepalend:

- Mogelijk optredende trillingen vanwege hei- of trilwerkzaamheden
- Mogelijk optreden trillingen vanwege (zwaar) bouwverkeer

#### 4.1.1 Hei- en trilwerkzaamheden

Voor de realisatiefase zijn met name hei- en trilwerkzaamheden van belang. Deze werkzaamheden vinden plaats op verschillende locaties, bijvoorbeeld bij de diverse gebouwen en op diverse plekken voor de aan te passen dan wel nieuw aan te leggen ontsluitingsstructuur.

##### Verhoogde kans op eventuele schade

Om te bepalen vanaf welke afstand tot het werk er kans op eventuele schade zou kunnen ontstaan zijn er op basis van de CUR-publicatie 166 berekeningen gemaakt.

In deze berekening is van de volgende worst case uitgangspunten uitgegaan (zie paragraaf 2.1 Trillingsrichtlijn deel A Schade aan gebouwen):

- Constructiewijze categorie 2, hieronder vallen onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk en Onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies die bestaan uit niet gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen. Zie tabel 2.1
- Dominante frequentie van 5Hz, de dominante frequentie voor heien van palen ligt tussen 5-25 Hz (bron: Muller, TK.; Meten, beoordelen en voorspellen van trillingen in de bouw, Geotechniek 4-11-2007), zie ook afbeelding 2.1;
- $\gamma_t$  van 1,6, voor een herhaald kortdurende trilling in combinatie met een fundering met kans op zettingen, zie tabel 2.3;
- $\gamma_s$  van 1,7, voor een gevoelige bouwkundige staat of een monumentale status, zie tabel 2.4.

De verwachte trillingsniveaus zijn afgeleid uit berekeningen op basis van de CUR-publicatie 166 hierbij zijn de o.a. volgende aannames gedaan:

- Slagenergie  $E = 80 \text{ kNm}$
- Bodemdemping  $\alpha 0,01 m_1$
- Dempingsfactor van ondergrond naar fundering 0,7.

Op basis van deze CUR-publicatie 166 berekening (zie bijlage 1) komt uit dat er binnen een straal van 65 meter van de hei-werkzaamheden eventuele verhoogde kans op schade aan gebouwen kan ontstaan. Buiten een straal van 65 meter is de kans op constructieve schade nihil en de kans op niet-constructieve schade acceptabel klein.



### Verhoogde kans op hinder door trillingen

Om de grenswaarde voor hinder te bepalen zijn we uitgegaan van de onderste streefwaarde A1, zie tabel 2.5 in paragraaf 2.2.1 Continu voorkomende trillingen gedurende langere tijd.

Uit paragraaf 2.2.3 Continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden (realisatiefase), blijkt dan uit tabel 2.8, uitgaande van een periode tussen de 27 en 78 dagen, een streefwaarde van 0,3.

Indien de geplande werkzaamheden een kortere duur hebben (zoals nu bijvoorbeeld is ingeschat voor de bouw van de pershal) wordt deze streefwaarde hoger, waardoor de afstand verder toeneemt.

Vervolgens hebben we de  $V_{kar}$  bepaald voor schade omgerekend naar de  $V_{max}$  voor hinder, hiervoor zijn de in de CUR-166 genoemde omrekeningsfactoren gebruikt.

Voor heien is deze  $V_{max} = 0,42 * V_{kar} * \text{correctie factor voor de vloer } 1,4$

Hieruit blijkt dat binnen een staal van 150 meter van de trillingsbron kans op hinder kan ontstaan.

Vervolgens hebben we de berekende effectafstanden uitgezet tegen de locatie van de uit te voeren werken, en de binnen de afstanden gelegen objecten. Binnen een straal van 65 meter bevinden zich, buiten het plangebied, geen objecten. Binnen een straal van 150 meter van de uit te voeren werkzaamheden bevinden zich enkele trillingsgevoelige objecten.

Hieruit komen de volgende aandachtspunten.

### Realisatie van de nieuwe pershal (blauw 1)

De nieuwe, tweede, pershal wordt gerealiseerd in de op onderstaande afbeelding aangegeven blauwe vlak nummer 1. Het gebouw is een hal met een opslag- en industrie functie. De hal bestaat uit een stalendraagstructuur, de dak-hoogste verschillen van 8,6 meter tot 25 meter. Deze nieuwe pershal komt enkele meters diep in de grond te liggen, gezien de constructie van het gebouw zullen hier heiwerkzaamheden plaatsvinden en zullen er damwanden geplaatst worden, het is gepland dat deze heiwerkzaamheden circa 20 dagen duren.



Afbeelding 4.1: Huidige situatie omgeving nieuwe pershal



Afbeelding 4.2: Toekomstige situatie omgeving pershal

Binnen een straal van 65 meter van de te realiseren pershal, op de bovenstaande afbeelding het blauwe vlak nummer 1, liggen, buiten het plangebied, geen gebouwen. Kasteel Wolfrath, op de bovenstaande afbeelding aangegeven met nummer 14 ligt op een afstand van ongeveer 70 meter. De kans op constructieve schade is nihil, de kans op niet-constructieve schade verwaarloosbaar klein. Dit neemt niet weg dat het een mogelijkheid is om tijdens de realisatiefase monitoring te laten uitvoeren.

De woningen, aan de andere kant van de snelweg gelegen, aan de Gouverneur Ruijs de Beerenbroucklaan 25 en een frituur op nummer 23, de Kleine Dries 2 en de Kloosterstraat 27, liggen op een afstand van tussen 130 en 150 meter. Er zou trillingshinder kunnen ontstaan, we adviseren om de betreffende adressen vooraf te informeren over het verloop van de werkzaamheden.

#### Het verschuiven van de N276 (Op de Baan)

Door het verschuiven van de N276 zal aan de noordkant een brug over de Geleenbeek komen, hiervoor moeten heiwerkzaamheden moeten plaatsvinden. Op de onderstaande afbeelding is deze brug aangegeven met de in paars omcirkelde nummer 11.



Afbeelding 4.3: Gasleiding bij kunstwerk Geleenbeek

Voor buisleidingen gelden afwijkende aanbevelingen, zie paragraaf 2.1 Trillingsrichtlijn deel A, schade aan gebouwen.

Het is raadzaam om voorafgaande aan de werkzaamheden contact op te nemen met de beheerder van deze gasleiding. Aanbevolen wordt om vanaf de start van de werkzaamheden monitoring in te zetten en indien noodzakelijk over te schakelen op alternatieve bouwwijzen.

#### Realisatie van de montagehal

De woning aan Op de Baan 4 ligt binnen een straal van 65 meter van de nieuwe te realiseren montagehal. Hierdoor kan er in de realisatie een eventuele kans op schade en hinder door trillingen ontstaan. Geadviseerd wordt om voor de realisatie trillingsarme technieken voor de montagehal te gebruiken, zover het een positie betreft van 65 meter of minder van de woning.

#### Realisatie van de overige hallen en constructies

Voor de realisaties van de overige hallen en constructies verwachten we geen eventuele kans op schade of trillingen, gezien de ligging van de dichtstbijzijnde woningen op een veel grotere afstand dan bovengenoemde effectafstanden.

### 4.1.2 Route bouwverkeer

In de trillingsrichtlijn van de SBR wordt voor een tijdelijke situatie uitgegaan van een duur van maximaal 3 maanden, zie paragraaf 2.2.3. Het werk zal naar verwachting een langere tijd in beslag nemen. Voor de beoordeling van de effecten is daarom uitgegaan van tabel 2.7 zoals genoemd in paragraaf 2.2.2.

Uit deze tabel 2.7 blijkt dat de onderste streefwaarde A1 voor wonen zowel voor de dag als de nachtperiode 0,2 bedraagt.

Om een indruk te verkrijgen van de effectafstand door zwaar verkeer zijn indicatieve berekeningen uitgevoerd met het programma VP-Predict, hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Worst-case scenario wat betreft de gebouwen, houten vloer zonder funderingspalen;
- Snelheid verkeer van 60 km per uur;
- Normaal wegdek, met een standaard fundering.

Voor de volledige gegevens zie bijlage 2.

Met de bovenstaande parameters in acht genomen blijkt dat de kans op constructieve schade nihil is (en de kans op niet-constructieve schade acceptabel klein is) vanaf een afstand van 5 meter. Voor gebouwen binnen een straal van 5 meter kan er een verhoogde kans op eventuele schade kan ontstaan. Bij een afstand van 14 meter en minder is er een verhoogde kans dat er hinder ontstaat.

Op dit moment is de route voor het bouwverkeer nog niet bekend. Het is raadzaam om zodra deze bekend is de woningen die binnen de 14 meter van de weg te liggen individueel te bekijken, dus rekening houdend met de specifieke eigenschappen van de woning.

Indien dan nog steeds de conclusie is dat er kans op hinder is, kan dit voorafgaande aan de werkzaamheden besproken worden met de betreffende bewoners. Voor woningen binnen de 5 meter (kans op schade) is in ieder geval een bouwkundige vooropname aan te raden in combinatie met monitoring tijdens het werk.

## 4.2 Gebruiksfase

In de gebruiksfase zijn voor wat betreft trillingen de volgende werkzaamheden/ activiteiten bepalend:

- Effecten van activiteiten binnen het bedrijfsperceel
- Effect vanwege verkeer op omliggende aan te passen wegen

### 4.2.1 Effecten van activiteiten binnen het bedrijfsperceel

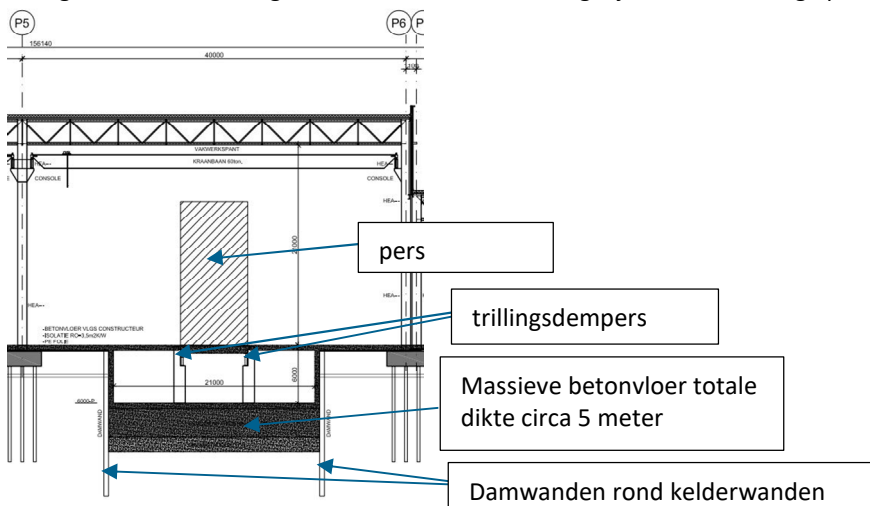
#### Pershallen

Er wordt een tweede productielijn gerealiseerd waar dezelfde werkzaamheden zullen plaatsvinden als in de reeds bestaande productiehallen.

Met name in de pershal kan sprake zijn van werkzaamheden waarbij trillingen worden veroorzaakt. In overige hallen zijn de werkzaamheden van zodanige aard dat hierbij geen significante trillingsniveau aan de orde zullen zijn.

Het dichtbij zijnde object, kasteel Wolfrath, ligt op een afstand van minimaal 70 meter tot de nieuwe pershal. De woningen, aan de andere kant van de snelweg gelegen aan de Gouverneur Ruijs de Beerenbroucklaan (nummer 25 & 23), de Kleine Dries 2 en de Kloosterstraat 27, liggen op een afstand van ongeveer 150 meter.

De persen worden op trillingsdempers opgesteld in een kelder, deze kelder bestaat uit massieve vloeren een betonvloer dik 600 mm, daaronder gewapend onderwater beton dik 2350 mm en daaronder onderwater beton dik 2000 mm. Rondom de kelderwanden worden damwanden voorzien, die tot ruim onder de onderkant van de onderste (onderwater) betonlaag worden doorgezet. Zie afbeelding 4.4. Deze constructie is vergelijkbaar met huidige pershal.



Afbeelding 4.4 Dwarsdoorsnede deel van de pershal

Door aanwezigheid van een grote stijve massa als ondergrond in combinatie met plaatsen van de installaties op trillingsdempers en aanwezigheid van damwanden rond de kelderwanden die de trillingsoverdracht doorbreken, zal een grote mate van trillingsreductie naar de omgeving worden bewerkstelligd. Het is daarom voldoende aannemelijk dat op een afstand van 70 meter wordt voldaan aan de grenswaarden ingevolge de SBR-richtlijn, zoals weergegeven in tabel 2.6 in paragraaf 2.2.1.

#### Vervoersbewegingen op het terrein van de inrichting

In paragraaf 4.1.2, bouwverkeer, worden in een worst-case situatie de afstand van rondrijdend verkeer tot een trillingsgevoelig object van 5 meter voor een eventuele kans op schade en 14 meter voor een eventuele kans op hinder genoemd. Deze afstanden zijn ook van toepassing voor het op de terrein rondrijdend verkeer.

Op het terrein ligt de woning aan Op de baan 4, deze woning ligt op zodanige afstand dat er geen sprake is van een verhoogde kans op schade of hinder door trillingen, de kleinste afstand van de route van vrachtverkeer bedraagt circa 38 meter. Dat is ruim buiten de effectafstand.



Afbeelding 4.5: Toekomstige situatie omgeving montagehal

Het bevoegd gezag kan overwegen om in de vergunning ingevolge de Wabo de volgende voorschriften op te nemen voor trillingen. Hierbij kan aansluiting worden gezocht bij de richtwaarden zoals opgenomen in de SBR-richtlijn deel B. Dat wil zeggen voor langdurig optredende trillingen (activiteiten in de hallen, zoals pershal) de richtwaarden zoals in dit rapport beschreven onder paragraaf 2.2.1, tabel 2.6. En voor herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (rondrijden van verkeer binnen het terrein) de richtwaarden zoals in dit rapport beschreven onder paragraaf 2.2.2, tabel 2.7.

Hiermee wordt voldoende bescherming voor de voor trillingen gevoelige omgeving gezekerd. Uit deze beschouwing volgt dat aan genoemde richtwaarden kan worden voldaan.

## 4.2.2 Effect vanwege verkeer op omliggende aan te passen wegen

### **Herinrichting aansluiting met de N297 (Langereweg/ Gelders Eind)**

De hoofdingang voor personeel en vrachtverkeer zal verplaatst worden en bereikbaar zijn via de ongelijkvloerse kruising en de Mitsubishi Avenue.

De verwachting is dat op de N297 (vanaf de A2) een toename van verkeer zal plaatsvinden.

Het Amrath Hotel (verblijfsfunctie), gelegen aan de Langereweg 21, blijft op ongeveer 35 m van de aangepaste weg liggen. Het pand gelegen aan de Mitsubishi Avenue 21, met verblijfsfunctie blijft ook op eenzelfde afstand van 18 m van de aangepaste weg liggen. Ook de afstand tot het dierenasiel blijft gelijk. Voor gebouwen met een verblijfsfunctie gelden minder strenge voorkeurswaarden dan voor woningen, zie paragraaf 2.2.2 Herhaald voorkomende trillingen gedurende langere tijd.

Voor de bepaling van de kans op trillingshinder wordt ook hier uitgegaan van de in paragraaf 4.1.2 berekende afstand van 14 meter voor de verhoogde kans op trillingshinder.

De kans op schade aan gebouwen buiten de straal van 5 meter is nihil.

### **N276, Op de Baan, Oude Rijksweg Zuid**

Uit het verkeersonderzoek blijkt dat de hoeveelheid verkeer, door de ontwikkelingen bij VDL-Nedcar, niet noemenswaardig toeneemt op deze weg.

Daar waar er wijzigingen aan de weg worden uitgevoerd worden liggen de objecten op voldoende afstand van de weg zodat er geen kans op trillingshinder ontstaat.

## 5 Samenvatting en conclusie

VDL-Nedcar is voornemens om een complete nieuwe (tweede) productielijn te bouwen. Ook de omliggende infrastructuur zal worden aangepast.

Om 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 op omliggende gevoelige objecten in de beoogde situatie met alternatief 2B ten opzichte van de huidige situatie.

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).

Buiten een straal van 65 meter is, tijdens de realisatiefase bij hei-werkzaamheden, de kans op constructieve schade nihil en de kans op niet-constructieve schade acceptabel klein. Dit wil niet zeggen dat het zeker is dat er binnen een straal van 65 meter schade ontstaat, echter naarmate de afstand tot de trillingsbron wordt de kans op schade steeds groter.

Uitgaande van de plannen zoals nu aangevraagd (alternatief 2B) zijn er drie, mogelijk vier aandachtspunten.

De woning aan Op de Baan 4 ligt binnen een straal van 65 meter van de nieuwe te realiseren montagehal. Hierdoor kan er in de realisatie (door hei-werkzaamheden) een eventuele kans op schade en hinder door trillingen ontstaan. Geadviseerd wordt om voor de realisatie trillings-arme technieken voor de montagehal te gebruiken, zover het een positie betreft van 65 meter of minder van de woning.

De hei-werkzaamheden tijdens de bouw van de nieuwe pershal, zouden een verhoogde kans op schade kunnen veroorzaken aan Kasteel Wolfrath indien deze binnen een straal van 65 meter plaatsvinden, momenteel is de inschatting dat deze op een 70 meter van het Kasteel zullen plaatsvinden. Men kan ervoor kiezen om tijdens de bouw te monitoren bij het Kasteel. Ook kan er in een straal rond 150 meter van de werkzaamheden een verhoogde kans op trillingshinder ontstaan, het is raadzaam om de betrokken adressen vooraf te informeren over de aard en duur van de werkzaamheden.

Voor de hei-werkzaamheden bij de brug (N276) over de Geleenbeek is het raadzaam om vooraf contact op te nemen met de beheerder van de hogedrukgasleiding die zich daar bevindt, in overleg kunnen er tijdens de hei-werkzaamheden gemonitord worden, indien noodzakelijk kan er dan uitgeweken worden naar een alternatieve bouwwijze.

Uit de berekeningen blijkt dat er, bij zwaar verkeer, vanaf een afstand tussen gebouw en weg van meer dan 5 meter de kans op schade nihil is. Bij een afstand van 14 meter en minder van de weg is er een verhoogde kans dat er hinder ontstaat.

Afhankelijk van de route van het bouwverkeer zou het mogelijk kunnen zijn dat er enkele woningen binnen een straal van 14 meter van de route komen te liggen, waardoor er een

verhoogde kans op trillingshinder ontstaat. Het is dan raadzaam om de betrokken adressen te informeren hierover. De aanpassingen aan de wegen N276 en N297 zorgen naar verwachting niet voor een eventuele kans op schade of trillingshinder.

In de gebruiksfase wordt niet verwacht dat activiteiten binnen het bedrijfsterrein zorgen voor een eventuele kans op schade of trillingshinder. In de pershal is door aanwezigheid van een grote stijve massa als ondergrond in combinatie met plaatsen van de installaties op trillingsdempers en aanwezigheid van damwanden rond de kelderwanden die de trillingsoverdracht doorbreken, een grote mate van trillingsreductie naar de omgeving bewerkstelligd. Het is daarom voldoende aannemelijk dat op een afstand van 70 meter wordt voldaan aan de grenswaarden ingevolge de SBR-richtlijn, zoals weergegeven in tabel 2.6 in paragraaf 2.2.1.



---

## 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. +31 6 2049 5115  
E. [Vincent.Huizer@anteagroup.com](mailto:Vincent.Huizer@anteagroup.com)

**[www.anteagroup.nl](http://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.

## Bijlage 1: prognose trillingen heiwerk

### Beschrijving methode

Voor de voorspelling van de trillingsintensiteit in de onderzochte objecten langs het werk is gebruik gemaakt van de rekenmethoden uit de 'SBR-richtlijnen Trillingen', de 'CUR-publicatie 166 'Damwandconstructies' en op basis van opgedane ervaringen bij vergelijkbare projecten.

Er wordt onderscheid gemaakt in verschillende typen golven:

- Compressiegolven (P-golven), in gelijke richting als de voortplantingsrichting van de drukgolven (overwegend horizontaal).
- Schuifgolven (S-golven), die zich in alle richtingen voortplanten haaks op de voortplantingsrichting.
- Rayleighgolven (R-golven), die zich primair over het maaiveld voortplanten.
- De compressie- (P) en de schuifgolven (S) verspreiden zich bolvormig vanuit de bron, terwijl de Raleighgolven (R) zich cirkelvormig over het maaiveld voortplanten. Als gevolg van de ruimtelijke spreiding is sprake van een geometrische verzwakking van de trillingsamplitude, ook wel geometrische demping genoemd.

Daarnaast is nog sprake van een demping als gevolg van energieverliezen in het bodemmateriaal, materiaaldemping genoemd. De geometrische en de materiaaldemping van een trilling kan, ten aanzien van de (maatgevende) oppervlaktegolven (R), op een afstand  $x$  van de bron bepaald worden met de volgende vergelijking van Barkan:

$$v(x) = v_0 \sqrt{\frac{x_0}{x}} \cdot e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarin:

$v(x)$  trillingssnelheid op afstand  $x$  van de bron [mm/s].

$v_0$  bronsterkte van de trillingsintensiteit op een referentie-afstand  $x_0$  van de bron [mm/s].

$x_0$  Referentie-afstand tot de bron [m].

$x$  Afstand tot de bron [m].

$\alpha$  Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping [m<sup>-1</sup>].

In CUR 166-2 zijn voor een beperkte aantal typen grondopbouw waarden opgegeven voor  $v_0$ , de referentie trillingssnelheid op 5 meter van de trillingsbron. In deze berekening is uitgegaan van de grondopbouw die het meest in de buurt komt van de grondopbouw ter plaatse.

Voor de karakteristieke dempingsconstante  $\alpha$  is uitgegaan van 0,01

De bronsnelheid is afgeleid op basis van de ondergrond. Daarnaast heeft de slagkracht van het heiblok invloed op de trillingsintensiteit. Het effect hiervan is als volgt berekend:

$$u_{0;corr} = u_0 \sqrt{\psi \cdot E_{pot}}$$

Waarin:

$u_{0;corr}$  = gecorrigeerde bronsnelheid [mm/s]

$u_0$  = ongecorrigeerde bronsnelheid [mm/s]

$\psi$  = blokefficiency, 90% bij hydraulisch heiblok

$E_{pot}$  = energieniveau heiblok[Nm]

Trillingsgolven in de bodem worden overgedragen op gebouwen die op of in deze bodem zijn gefundeerd. Door deze trillingsgolven krijgen gebouwen een bepaalde verplaatsing opgelegd. Het verplaatsingspatroon in de bodem is in de tijd wisselend, de golven planten zich voort en stoten daarbij een gebouw met een bepaalde frequentie aan.

De mate waarin een bouwwerk de opgelegde verplaatsing volgt, hangt af van de stijfheid van het gebouw en de afmetingen van het gebouw ten opzichte van de golflengte van de trilling. In 'CUR-publicatie 166 'Damwandconstructies'' wordt een methode weergegeven voor de predictie van trillingen in gebouwen en onderdelen van gebouwen.

In deze methode wordt een aantal reductiefactoren geïntroduceerd om demping van verschillende onderdelen te modelleren.

Ten eerste wordt de demping, als gevolg van de overdracht van de bodem naar de fundatie, bepaald welke afhankelijk is van:

- Type fundering (fundering op palen of op staal).
- Stijfheid en afmetingen van het gebouw, zowel verticaal als horizontaal.

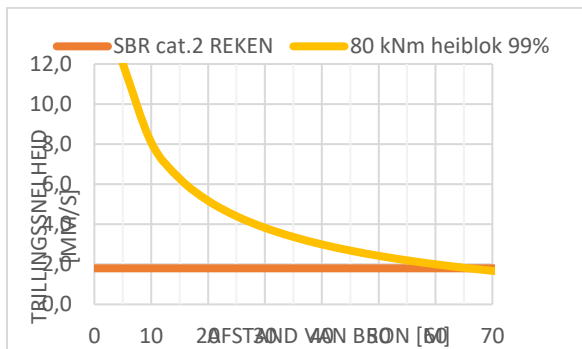
Vervolgens wordt de demping, als gevolg van overdracht naar een onderdeel van het gebouw, bepaald, welke afhankelijk is van toegepast materiaal in de onderdelen.

De rekenmethode voor de bepaling van de trillingen in gebouwen, zoals gepresenteerd in CUR 166, wordt in deze rapportage gebruikt om een predictie te geven van de trillingen in onderzochte objecten.

De factor de trillingsoverdracht tussen bodem en fundering is in onderliggende prognose (conservatief) ingeschat op 0,7.

### **Resultaten**

De op basis van bovenstaande methode en aanname geprognostiseerde trillingsniveaus in de funderingsconstructie van de trillingsgevoelige objecten zijn in onderstaande afbeelding 1 afgezet tegen de afstand tot de bron (heiwerk).



**Afbeelding bijlage 1 grafiek Heien pershal VDL**



Voorspelling van trillingen

Berekend zijn de verwachte topwaarde en voortschrijdende effectieve waarde van de trillingssnelheid.

**Trillingsschade**

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

2-assig vrachtwagen 20t	14
3-assig voertuig	14
Aanhanger	17
2-assig vrachtwagen 20t	14
3-assig voertuig	14
Bus MB 200 leeg	14
Bus MB 200 vol	14
Bus SB 200 leeg	14
Bus SB 200 vol	17
2-assig vrachtwagen 20t	0

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	14	2.3	11.4	5.3	
3-assig voertuig	14	2.3	11.4	5.3	
Aanhanger	17	2.6	9.4	5.3	
2-assig vrachtwagen 20t	14	2.3	11.4	5.3	
3-assig voertuig	14	2.3	11.4	5.3	
Bus MB 200 leeg	14	2.3	11.4	5.3	
Bus MB 200 vol	14	2.3	11.4	5.3	
Bus SB 200 leeg	14	2.3	11.4	5.3	
Bus SB 200 vol	17	2.6	9.4	5.3	
2-assig vrachtwagen 20t	0				

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

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

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		10 %
Factor horende bij deze overschrijdingskans:	$V_{max,vert}$	1.3
	$V_{max,hor}$	1.3
	$V_{max,fund}$	1.3
	$V_{max,onderdelen}$	1.4

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	
		vert	hor	zetting	ond
2-assig vrachtwagen 20t	60	0.3	0.6	0.3	2.3
3-assig voertuig	60	0.4	0.7	0.4	3.9
Aanhanger	60	0.1	0.2	0.1	1.0
2-assig vrachtwagen 20t	60	0.3	0.6	0.3	2.3
3-assig voertuig	60	0.4	0.7	0.4	3.9
Bus MB 200 leeg	60	0.4	0.7	0.4	2.9
Bus MB 200 vol	60	0.4	0.7	0.4	2.9
Bus SB 200 leeg	60	0.4	0.8	0.4	2.9
Bus SB 200 vol	60	0.1	0.2	0.1	1.0

**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 $V_{\text{per}}$ )
-----			
$V_{\text{eff,max}}$ dag- en avondperiode :	0.20	0.80	0.10
$V_{\text{eff,max}}$ nachtperiode :	0.20	0.40	0.10

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
- $V_{\text{per}}$  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 10 %  
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	60	0.247	0.247	0.247
3-assig voertuig	60	0.287	0.287	0.287
Aanhanger	60	0.102	0.102	0.102
2-assig vrachtwagen 20t	60	0.247	0.247	0.247
3-assig voertuig	60	0.287	0.287	0.287
Bus MB 200 leeg	60	0.283	0.283	0.283
Bus MB 200 vol	60	0.278	0.278	0.278
Bus SB 200 leeg	60	0.300	0.300	0.300
Bus SB 200 vol	60	0.105	0.105	0.105
-----				

**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.



Voorspelling van trillingen

Berekend zijn de verwachte topwaarde en voortschrijdende effectieve waarde van de trillingssnelheid.

**Trillingsschade**

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

2-assig vrachtwagen 20t	12
3-assig voertuig	13
Aanhanger	13
2-assig vrachtwagen 20t	12
3-assig voertuig	13
Bus MB 200 leeg	12
Bus MB 200 vol	12
Bus SB 200 leeg	12
Bus SB 200 vol	12

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	12	2.2	13.3	5.3	
3-assig voertuig	13	2.3	12.2	5.3	
Aanhanger	13	2.3	12.2	5.3	
2-assig vrachtwagen 20t	12	2.2	13.3	5.3	
3-assig voertuig	13	2.3	12.2	5.3	
Bus MB 200 leeg	12	2.2	13.3	5.3	
Bus MB 200 vol	12	2.2	13.3	5.3	
Bus SB 200 leeg	12	2.2	13.3	5.3	
Bus SB 200 vol	12	2.2	13.3	5.3	
2-assig vrachtwagen 20t	0				

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

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

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	10 %
Factor horende bij deze overschrijdingskans:	$V_{max,vert}$ 1.3
	$V_{max,hor}$ 1.3
	$V_{max,fund}$ 1.3
	$V_{max,onderdelen}$ 1.4

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	60	0.2	0.2	0.2	1.2
3-assig voertuig	60	0.2	0.3	0.2	2.2
Aanhanger	60	0.1	0.1	0.1	0.5
2-assig vrachtwagen 20t	60	0.2	0.2	0.2	1.2
3-assig voertuig	60	0.2	0.3	0.2	2.2
Bus MB 200 leeg	60	0.2	0.3	0.2	1.6
Bus MB 200 vol	60	0.2	0.3	0.2	1.6
Bus SB 200 leeg	60	0.2	0.3	0.2	1.7
Bus SB 200 vol	60	0.1	0.1	0.1	0.5



**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 $V_{\text{per}}$ )
-----			
$V_{\text{eff,max}}$ dag- en avondperiode :	0.20	0.80	0.10
$V_{\text{eff,max}}$ nachtperiode :	0.20	0.40	0.10

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
- $V_{\text{per}}$  kleiner is dan  $A_3$

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

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	60	0.152	0.152	0.152
3-assig voertuig	60	0.187	0.187	0.187
Aanhanger	60	0.062	0.062	0.062
2-assig vrachtwagen 20t	60	0.152	0.152	0.152
3-assig voertuig	60	0.187	0.187	0.187
Bus MB 200 leeg	60	0.175	0.175	0.175
Bus MB 200 vol	60	0.174	0.174	0.174
Bus SB 200 leeg	60	0.188	0.188	0.188
Bus SB 200 vol	60	0.063	0.063	0.063

**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.