



Kiwa KOAC B.V.

Nevelgaarde 20 b
3436 ZZ Nieuwegein
Postbus 510
3430 AM Nieuwegein

T 088 562 26 72
F 088 562 25 11
E info@kiwa-koac.com

www.kiwa-koac.com

e190364601

Trillingsprognose diverse locaties i.v.m.
herinrichting wegen te Den Hoorn





Projectnummer : e190364601
Offertenummer en datum : o200248/advn/far/dvh, d.d. 3 maart 2020
Titel rapport : Trillingsprognose diverse locaties i.v.m. herinrichting wegen
te Den Hoorn
Status rapport : DEFINITIEF

Naam opdrachtgever : Nebest B.V.
Adres : Postbus 106
Plaats : 4130 EC VIANEN UT
Naam contactpersoon : de heer A. de Leeuw
Datum opdracht : 21 april 2020
Kenmerk opdracht : Ondertekende opdrachtbevestiging retour

Contactpersoon Kiwa KOAC : de heer ir. F. Arce
Auteur(s) rapport : de heer ir. F. Arce

Rapportage

Naam: ir. F. Arce

Functie: Adviseur

Handtekening:

Datum: 12 oktober 2020

Autorisatie

Naam: ir. D. van der Ven

Functie: Unitmanager Advies

Handtekening:

Datum: 12 oktober 2020

Zonder schriftelijke toestemming van Kiwa KOAC mag het rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	De SBR-richtlijnen voor de beoordeling van trillingsoverlast	5
2.1	Schade en hinder door trillingen	5
2.2	De status van de SBR-richtlijnen	5
3	Uitgangspunten voor de prognose	6
3.1	Locaties nieuwe plateaus	6
3.2	Opgegeven panden	8
3.3	Verkeersgegevens	9
3.4	Rijsnelheden	10
3.5	Invoergegevens voor berekeningen	11
3.6	Wegvlakheid	11
3.7	Vormgeving verkeersplateau	12
3.8	Bodemprofiel	12
3.9	Wegfundering	15
3.10	Bouwkundige gegevens panden	15
4	Beoordelingscriteria volgens de SBR richtlijnen	17
4.1	Grenswaarden voor schade volgens SBR deel A	17
4.2	Streefwaarden voor hinder volgens SBR deel B	18
5	Resultaat prognoseberekeningen	21
5.1	Trillingsgevolgen voor de panden rond nieuwe plateaus na herinrichting	21
5.2	Bespreken resultaten trillingsprognose - aspect schade	22
5.3	Bespreken resultaten trillingsprognose -aspect hinder	23
6	Samenvatting en conclusies	25
7	Referenties	27

Bijlagen

Bijlage 1: Geprognosticeerde trillingen (aspect schade en hinder)



1 Inleiding

In opdracht van Nebest B.V. heeft Kiwa KOAC trillingsprognoses uitgevoerd voor de geplande reconstructie en herinrichting van enkele wegen in Den Hoorn.

Nebest B.V. is (samen met Mobycon) bezig om een voorlopig ontwerp (VO) op te stellen wegens de geplande reconstructie van de (asfalt)wegen, naastgelegen trottoir en parkeerterreinen ter plaatse van de Dijkshoornseweg, Looksingel, Hof van Delftstraat, Prinses Beatrixstraat en Koningin Julianaplein in Den Hoorn. De herinrichting van de Dijkshoornseweg is later gepland dan de overige wegen. Voor de overige wegen is daarom alvast een trillingsonderzoek uitgevoerd. Voor de Dijkshoornseweg wordt dit in een later stadium uitgevoerd.

In het VO worden op een aantal locaties plateaus ontworpen (zowel t.p.v. bestaande plateaus als t.p.v. waar nu geen plateaus liggen). Op een aantal locaties uit het VO, waar nieuwe plateaus zijn ontworpen, zijn trillingsprognoses uitgevoerd. Hierbij zijn, op basis van het 30 km/u regime en de verwachte verkeersaantallen, de trillingsgevolgen van deze plateaus onderzocht. De opdrachtgever gaat ervan uit dat op locaties waar reeds een plateau ligt, geen aanvullend onderzoek hoeft te worden uitgevoerd (geen toename van het reeds aanwezige trillingsniveau).

Als blijkt dat een locatie te trillingsgevoelig is, zal worden gekeken naar alternatieve oplossingen voor het plateau. De resultaten van het trillingsonderzoek zijn dus nodig om te bepalen of de plateaus in principe verhoogd of alleen visueel (niet verhoogd) kunnen worden aangelegd.

Met het oog op zorgvuldig handelen is aan Kiwa KOAC opdracht verleend om trillingsprognoses uit te voeren en te bepalen of bij het passeren van middel zware en zware voertuigen de beoogde aanpassingen tot trillingsoverlast kunnen leiden voor omwonenden. De trillingsgevolgen zijn bepaald voor asfaltverharding op de Hof van Delftstraat en elementenverharding op de overige wegen.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de uitgevoerde trillingsprognose en worden de resultaten weergegeven.



2 De SBR-richtlijnen voor de beoordeling van trillingsoverlast

2.1 Schade en hinder door trillingen

Verkeerstrillingen worden vrijwel altijd veroorzaakt door de interactie tussen een voertuig en de oneffenheid van de weg. Verkeersdrempels en -plateaus vormen vrij extreme onvlakheden waar vaak sterke trillingen ontstaan. Tevens kan de wegvlakheid die bij een bepaalde verharding hoort, bijvoorbeeld elementenverharding, ook trillingen veroorzaken. Bij het passeren van vooral zware voertuigen worden ter plaatse van een oneffenheid kortdurende trillingen opgewekt die zich in de wegconstructie en de ondergrond voortplanten. Deze trillingen bereiken in verzwakte vorm de bebouwing in de omgeving en kunnen aanleiding geven tot overlast. Deze overlast kan bestaan uit schade aan een gebouw en/of hinder voor personen in het gebouw.

In Nederland bestaan voor de beoordeling van trillingen geen specifieke wetten, zoals die er bijvoorbeeld zijn voor geluidhinder. Wel zijn er de 'Meet- en Beoordelingsrichtlijnen van de Stichting Bouwresearch' (SBR). De SBR-richtlijnen kunnen worden beschouwd als de vigerende beoordelingsrichtlijnen voor trillingsoverlast [ref. 1, 2]:

- SBR deel A : betreffende schade aan bouwwerken door trillingen;
- SBR deel B : betreffende hinder voor personen in gebouwen door trillingen.

De richtlijn SBR deel A stelt dat volgens de bestaande praktijkervaring een aanvaardbare kleine kans (ordegrootte 1% of minder) bestaat dat schade aan bouwwerken en fundering zal optreden indien de geprognosticeerde trilling de van toepassing zijnde *grenswaarden* voor het aspect schade niet overschrijdt. In de richtlijn SBR deel B worden *streefwaarden* voor trillingshinder gehanteerd. Als de trillingssterkte onder de van toepassing zijnde streefwaarden blijft, mag worden verwacht dat in de meeste situaties geen hinder zal optreden.

De volgens de SBR-richtlijnen van toepassing zijnde grenswaarden voor schade, respectievelijk streefwaarden voor hinder, zijn in dit onderzoek gehanteerd voor de beoordeling van de mogelijke trillingsoverlast voor de onderzochte panden rond de Hof van Delftstraat, Looksingel en Koningin Julianaplein en Prinses Beatrixstraat. Bij overschrijding van deze criteria moet rekening worden gehouden met trillingsgevolgen die klachten kunnen opleveren.

2.2 De status van de SBR-richtlijnen

De SBR-richtlijnen gelden in bestuursrechtelijke zin - als technische richtlijnen die per definitie in deze sfeer groot gezag hebben - onomstreden als representatief voor de stand van de nieuwste milieuhygiënische inzichten. In civielrechtelijke zin lijkt er geen beletsel om deze richtlijnen eveneens normerende werking toe te kennen, ter nadere onderbouwing van de zorgvuldigheidsnorm, respectievelijk om de richtlijn op te vatten als de norm waaraan de trillingen worden getoetst. Bovendien kan aan de richtlijn de status van verkeers- en veiligheidsnorm worden toegekend, waarvan schending eerder tot toerekening van aansprakelijkheid zal leiden. Dat geldt voor zowel persoonschade (letsel) als zaakschade (schade aan woningen) [ref. 3].

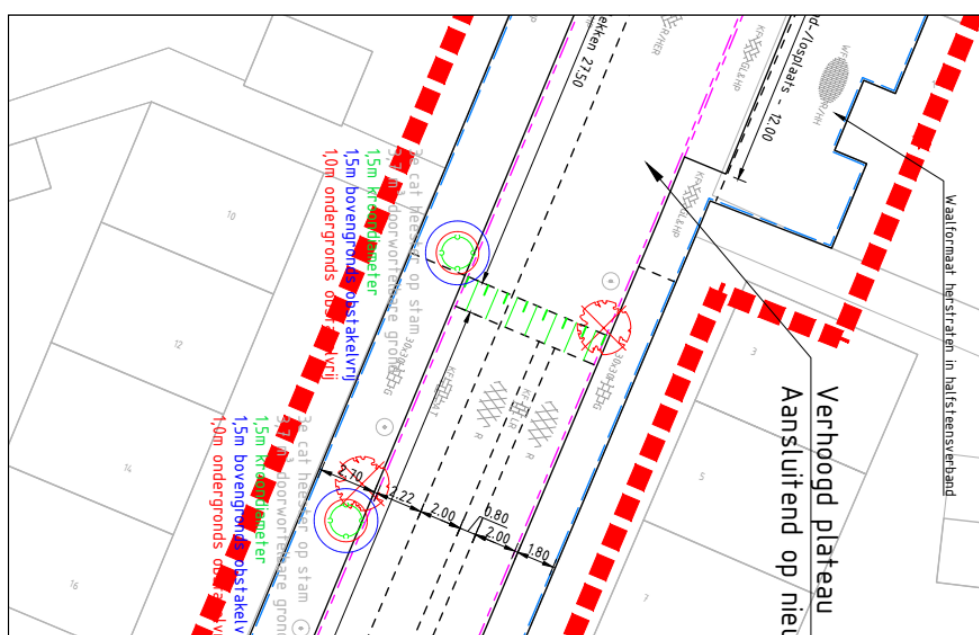


3 Uitgangspunten voor de prognose

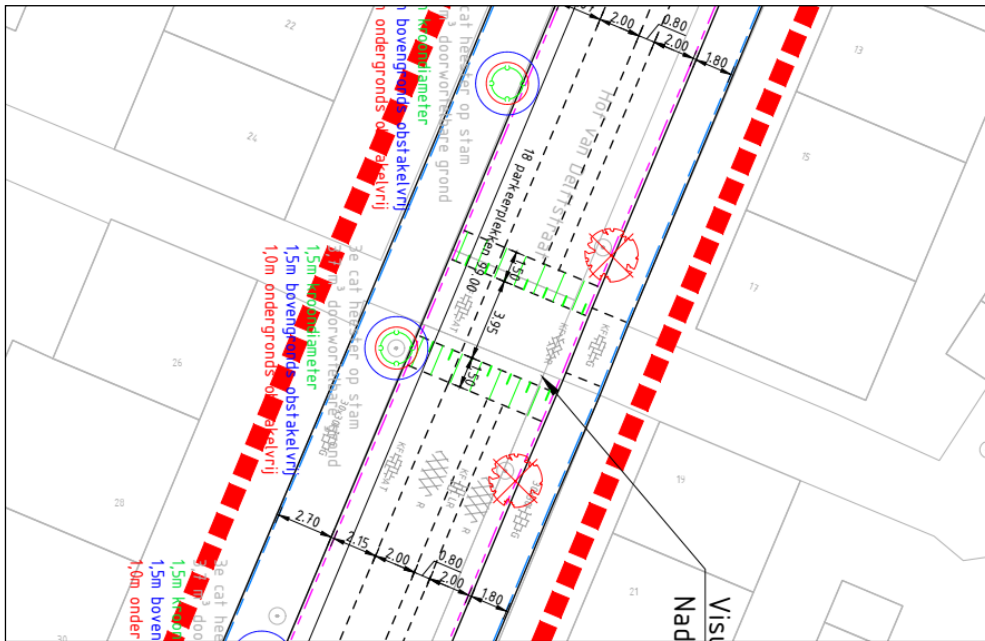
In dit hoofdstuk zijn de uitgangspunten voor de prognose opgesomd en waar nodig toegelicht.

3.1 Locaties nieuwe plateaus

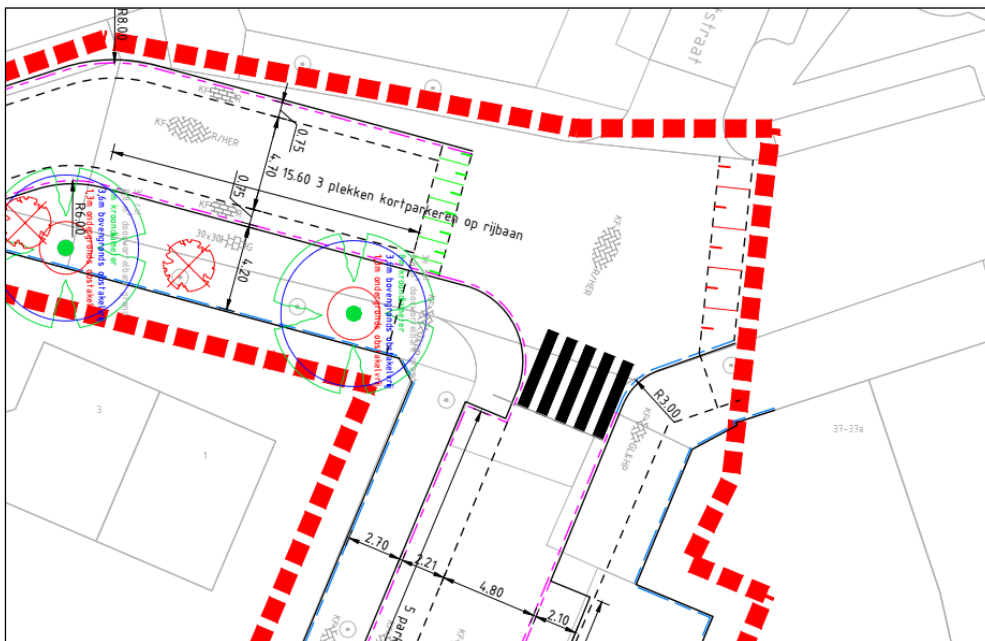
Figuur 1 t/m figuur 4 geven de geplande nieuwe plateaus voor alle vier locaties weer. De op- en afritten die trilling kunnen veroorzaken zijn in groen in de afbeeldingen weergegeven.



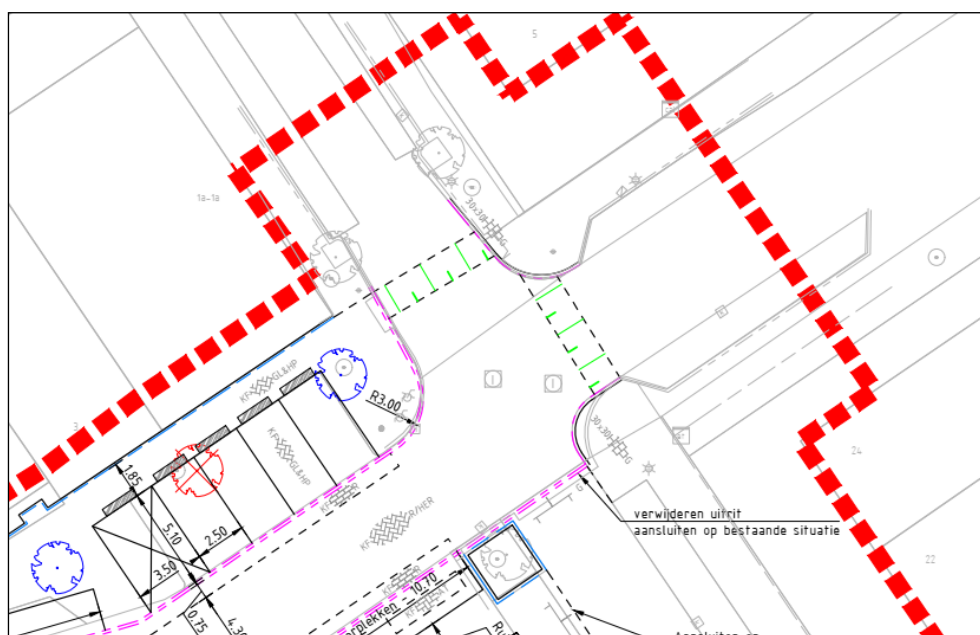
Figuur 1 - Oprit plateau Hof van Delftstraat, panden t.h.v. huisnummer 10



Figuur 2 - Plateau Hof van Delftstraat, panden t.h.v. huisnummer 17 en 19



Figuur 3 - Oprit plateau Looksingel, panden t.h.v. huisnummer 1



Figuur 4 - Opritten plateau Beatrixstraat

Volgens de gemeente worden alle plateaus in klinkers uitgevoerd. De snelheid van het passerende verkeer is 30 km/u. Tabel 1 geeft de andere eigenschappen van de plateaus weer.

Tabel 1 - Afmetingen van de nieuwe plateaus

Plateau	Profiel	Hoogte [m]	Lengte oprit [m]	Lengte vlak [m]	Lengte afrit [m]
Alle locaties	sinusvorm	0,08	1,00	> 2,40 m	1,00

3.2 Opgegeven panden

Kiwa KOAC heeft een selectie van de kritische panden rondom de Looksingel, Hof van Delftstraat, Prinses Beatrixstraat en Koningin Julianaplein gemaakt. Hierna heeft de opdrachtgever met de gemeente Midden-Delfland afgestemd welke panden daadwerkelijk geprognoseerd moeten worden. De geprognoseerde panden bevinden zich in de meeste situaties binnen een straal van 15 m rond de dichtst bij zijnde op- of afrit van de geplande plateaus. In tabel 2 worden de geselecteerde kritische panden weergegeven.



Tabel 2 - Selectie kritische panden rondom plateaus te Den Hoorn

Weg	Locatie plateau	Adres	Afstand tot op/afrit plateau [m]
Hof van Delftstraat	Ter hoogte van huisnr. 10	Hof van Delftstraat 3	7,0
		Hof van Delftstraat 5	5,1
		Hof van Delftstraat 7	7,7
		Hof van Delftstraat 10	8,3
		Hof van Delftstraat 12	8,6
	Ter hoogte van huisnr. 17 en 19	Hof van Delftstraat 17	5,0
		Hof van Delftstraat 19	5,6
		Hof van Delftstraat 24	8,5
Hof van Delftstraat 26		8,2	
Looksingel	Ter hoogte van huisno. 1 ten westen van aansluiting Hof van Delftstraat	Looksingel 1	11,5
		Looksingel 3	14,9
Prinses Beatrixstraat	Op/afrit naar plateau aansluiting Koningin Emmalaan	Koningin Julianaplein 24	19,1* / 9,4**
		Prinses Beatrixstraat 4	2,3* / 11,2**
		Prinses Beatrixstraat 5	6,9* / 9,2**

* afstand woning tot oprit Koningin Emmalaan

** afstand woning tot oprit Prinses Beatrixstraat

De gemeente Midden-Delfland heeft in haar bouwarchief de documenten van de hiervoor aangegeven panden gezocht. Met uitzondering van drie adressen, zijn digitale tekeningen en rapporten uit de overige adressen naar Kiwa KOAC opgestuurd. Van de adressen op de Looksingel en Koningin Julianaplein ontbreken de gegevens in het bouwarchief van de gemeente. Hierdoor zijn de prognoses aan de hand van bepaalde aannames opgesteld. Verder in het rapport wordt verduidelijkt welke aannames per adres zijn gebruikt.

Alle te onderzoeken panden zijn als gebouwtype 'woning' aangemerkt, op het adres op de Prinses Beatrixstraat 4 (hoek Koningin Emmalaan) na. Het pand op dit laatste adres is als 'onderwijs en kantoor' (winkel) aangemerkt.

3.3 Verkeersgegevens

Voor de beoordeling van het aspect hinder volgens SBR deel B kunnen de aantallen zware voertuigen in de dag-, avond- en nachtperiode een rol spelen. Deze aantallen zijn ontleend uit de door de gemeente opgegeven verkeersintensiteiten.

Voor de trillingsprognoses dient de verkeersintensiteit in dagperiodes (dag, avond en nacht) te zijn verdeeld. Tabel 3 geeft de aantallen in de verschillende perioden van de dag weer voor de drie verschillende locaties, te weten:

- Hof van Delftstraat;
- Looksingel;
- Prinses Beatrixstraat;
- Koningin Emmalaan.

Personenauto's worden niet meegeteld, omdat deze geen verkeerstrillingen van betekenis veroorzaken. De opgegeven verkeersintensiteit betreft de toekomstige situatie voor zwaar verkeer. Deze toekomstige situatie is gebaseerd op verkeerstellingen. Voor de Hof van Delftstraat



is rekening gehouden met een groei van het verkeer met 30% vanwege de centrumontwikkelingen.

De in Vibra Prediction beschikbare voertuigopties, die representatief voor het vrachtverkeer in Den Hoorn zijn, worden in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3 - Verkeersgegevens – type voertuig (toekomstige situatie)

Periode	Type voertuig	Aantal voertuigen Hof Delftstraat	Aantal voertuigen Looksingel	Aantal voertuigen P. Beatrixstraat	Aantal voertuigen K. Emmalaan
Dag 07:00-19:00 uur	2-assige vrachtwagen	77	2	182	6
	3-assige vrachtwagen	26	1	49	2
	truck + oplegger	1	0	1	0
Avond 19:00-23:00 uur	2-assige vrachtwagen	4	0	9	0
	3-assige vrachtwagen	3	0	2	0
	truck + oplegger	0	0	0	0
Nacht 23:00-07:00 uur	2-assige vrachtwagen	4	0	1	0
	3-assige vrachtwagen	1	0	0	0
	truck + oplegger	0	0	0	0

Volgens de gemeente rijden er geen bussen op de opgegeven adressen.

De adressen Prinses Beatrixstraat 4 en 5 zijn voor beide opritten getoetst: t.h.v. Koningin Emmalaan (lage verkeersintensiteit en zeer korte afstand tot betrokken adressen) en t.h.v. Prinses Beatrixstraat (hoge verkeersintensiteit en redelijk afstand tot betrokken adressen). Zowel voor het aspect schade als voor het aspect hinder zijn de prognoses voor de oprit t.h.v. Koningin Emmalaan (i.v.m. zeer korte afstand tot woningen) maatgevend.

Het adres op de Koningin Julianaplein 24 is uitsluitend voor de oprit t.h.v. Prinses Beatrixstraat getoetst. Dit is de maatgevende situatie, dus hoogste verkeerintensiteit en kortste afstand tot de woning.

3.4 Rijsnelheden

Normaliter neemt de trillingssterkte toe naarmate er sneller wordt gereden. Op de betrokken wegen in Den Hoorn is de wettelijk maximale snelheid van het verkeer 30 km/u. Volgens metingen van de gemeente is V85 27 km/u (alle voertuigen). De berekeningen van de verwachte trillingssterkten zijn voor 30 km/u uitgevoerd, de wettelijk maximale toegestane snelheid op de betrokken wegen (worst-case scenario).



3.5 Invoergegevens voor berekeningen

Om trillingssterkten te voorspellen is het door TNO ontwikkelde rekenprogramma Vibra Prediction, versie 2.01.C (2004) gebruikt. Dit rekenprogramma heeft de volgende structuur:

- Invoer van verkeersgegevens (type voertuig, snelheid, intensiteit);
- Invoer van gegevens over de vlakheid van de weg (intrinsieke vlakheid verharding, afmetingen eventuele plateaus/drempels);
- Invoer van gegevens over het te beschouwen bouwwerk (type fundering, vloeroverspanning, diepte gebouw, enz.);
- Simulatie van de passage van een voertuig over de wegverharding incl. eventuele plateaus/drempels met zekere rijnsnelheid (genereren trillingen);
- Overdracht van de trillingen in de bodem van bron naar fundering gebouw (bodemprofiel);
- Overdracht van de trillingen van het fundament naar de onderdelen van het gebouw;
- Berekening van de verwachte trillingssterkten voor het gebouw.

Uit bovenstaande opsomming blijkt dat voor het uitvoeren van een prognose gegevens nodig zijn. Deze zijn ontleend aan door de gemeente beschikbaar gestelde informatie (wegverharding, type plateaus, sonderingen enzovoort). Hiernaast zijn door de gemeente bouwkundige gegevens van bijna alle geprognosticeerde panden beschikbaar gesteld. Daar waar de gegevens ontbreken, zijn er aannames gebruikt.

> De prognoseberekningen zijn met een veiligheidsfactor uitgevoerd, die is gebaseerd op een overschrijdingskans van de voorspelde trillingssterkte van 1% voor schade aan de panden en 5% voor hinder voor de bewoners. Deze percentages zijn gehanteerd conform de in de SBR-richtlijnen deel A ¹voor schade en deel B voor hinder wordt aanbevolen.

3.6 Wegvlakheid

De vlakheid van de wegverharding is een invloedsfactor bij het optreden van verkeerstrillingen. Een maat voor de vlakheid is de International Roughness Index (IRI). De IRI-schaal geeft een kwantitatieve karakterisering van de vlakheid van de weg. Een zuiver vlakke weg heeft een IRI-waarde van 0 mm/m. Een goede asfaltbetonverharding heeft een IRI-waarde van 0,5 tot 2,0 mm/m. Een elementenverharding heeft door de intrinsiek minder goede vlakheid altijd hogere IRI-waarden. Kiwa KOAC hanteert bij prognoseberekningen representatieve wegprofielen voor de mate van vlakheid: goed: IRI tot 2,4 mm/m, middel: IRI 2,4 tot 4,4 mm/m en slecht IRI 4,4 tot 7,1 mm/m.

Bij de herinrichting van de wegen in Den Hoorn worden asfalt- en elementenverharding aangelegd. Voor asfaltverharding is de vlakheid 'goed' aangenomen en voor elementenverharding is de vlakheid 'middel' aangenomen.

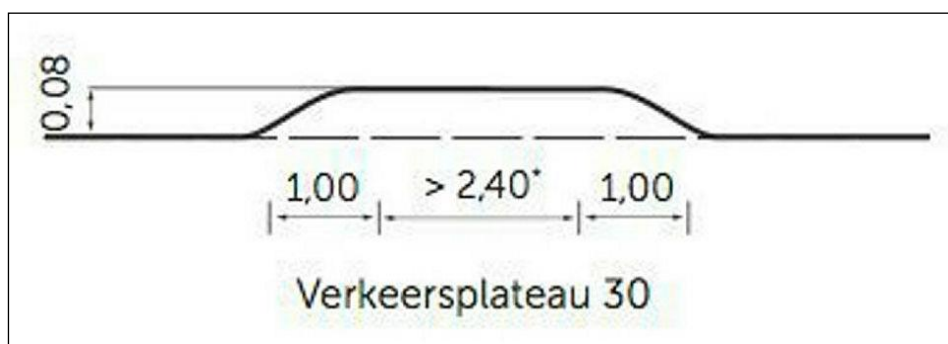
¹ In de voormalige versie van de SBR richtlijn deel A (2002) werd een overschrijdingskans van 1% voor predicties/prognoses voorgeschreven. De nieuwe versie van de richtlijn (2017) schrijft geen veiligheidsfactoren voor. De opsteller van de predicties/prognoses dient zelf deze overschrijdingskans in rekening te brengen. Hierdoor kiezen we de overschrijdingskans van 1% van de oude versie van de richtlijn te handhaven.



3.7 Vormgeving verkeersplateau

De gemeente heeft aangegeven dat de geplande plateaus bij de nieuwe inrichting aan de CROW-publicatie 344 'Richtlijn drempels, plateaus en uitritten', versie november 2014 [ref. 4], zullen voldoen. Het betreft het plateau voor een verkeerssnelheid van 30 km/u, hoogte 0,08 m.

Figuur 5 geeft de vormgeving van het gekozen plateau weer. De op- en afritten zijn sinusvormig.



Figuur 5 - Verkeersplateau rond onderzochte wegen te Den Hoorn [CROW 344, figuur 17]

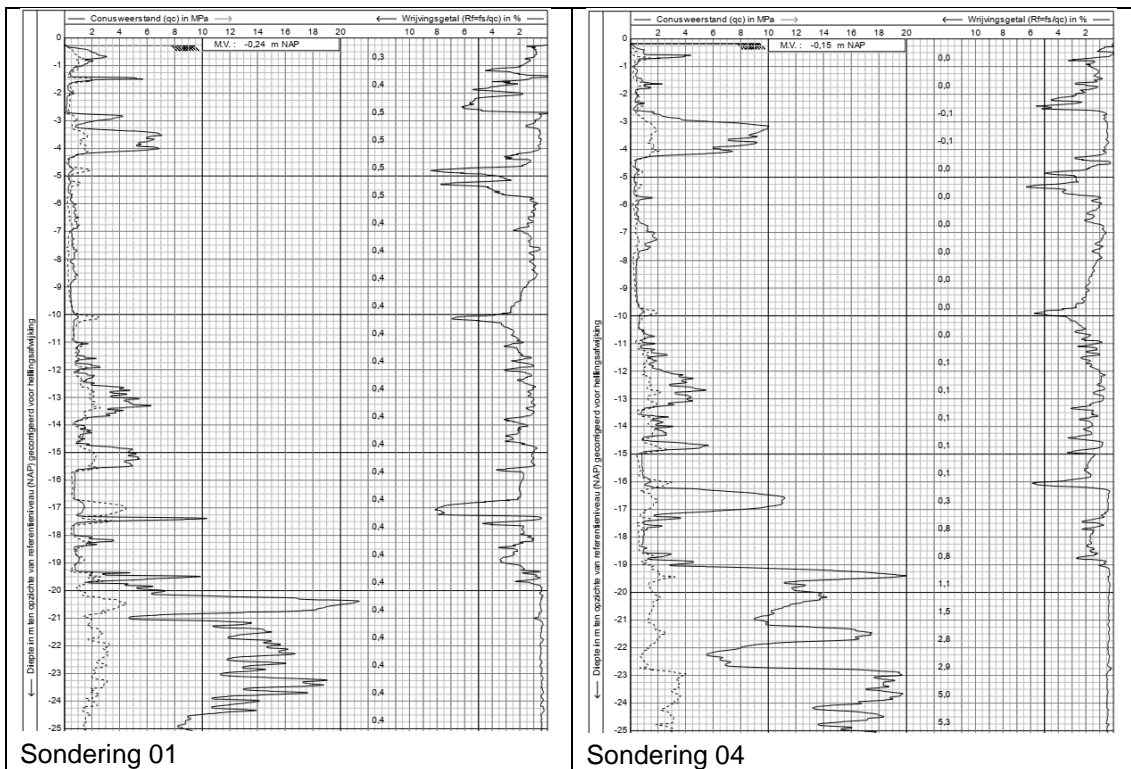
3.8 Bodemprofiel

Het bodemprofiel legt vast hoe de trillingen zich in de ondergrond voortplanten (verzwakken). Dit is afhankelijk van de geometrische verzwakking (afstand tot de trillingsbron) en de fysische demping van de trillingen in de bodem. In het rekenprogramma Vibra Prediction kan uit zeven standaardbodemprofielen worden gekozen.

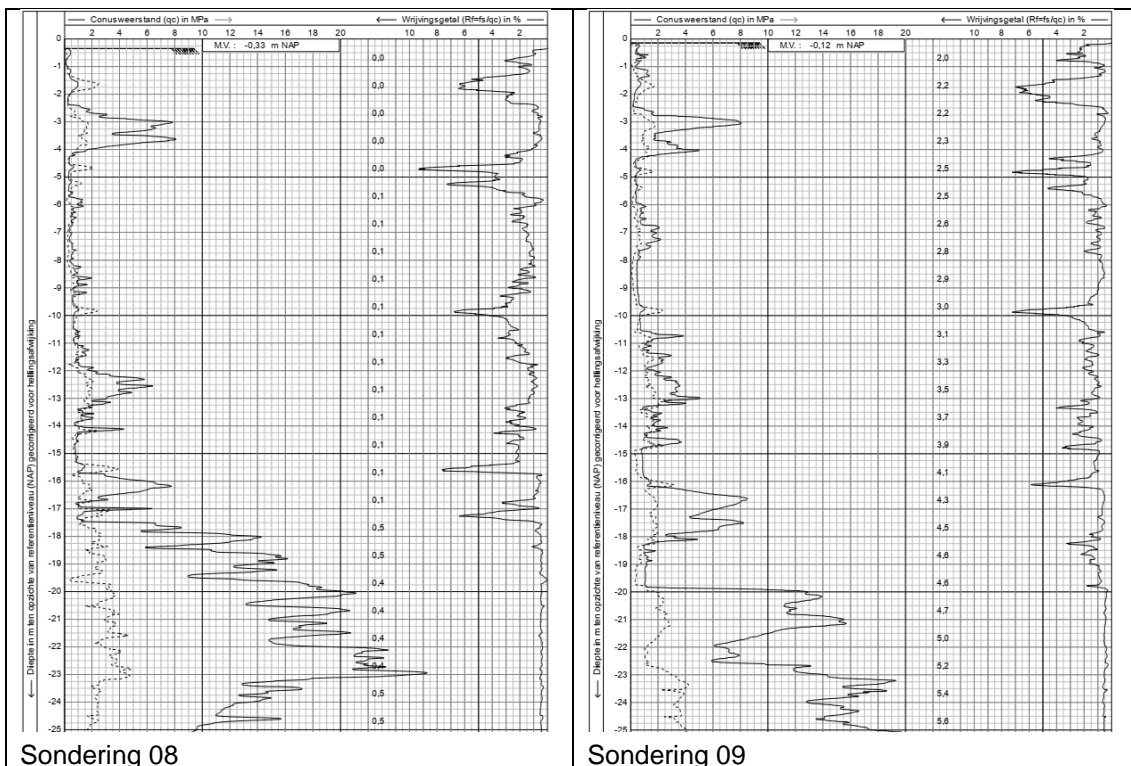
Als er vanuit de nabije omgeving sondeergegevens bekend zijn, kan worden gecontroleerd welk standaardbodemprofiel het meeste overeenkomt met de betreffende ondergrondsituatie.

De gemeente heeft veel rapporten en tekeningen beschikbaar gesteld voor het vaststellen van de bouwkundige gegevens van de te prognosticeren panden. Onder andere zijn veel documenten van het nieuwbouw project aan de Hof van Delftstraat beschikbaar gesteld. In het 'Rapport betreffende fundering nieuwbouw 16 woningen aan de Hof van Delftstraat te Den Hoorn', van Geomet, d.d. 11 februari 2016 worden 17 sonderingen weergegeven. Van deze sonderingen zijn diegene die het dichtst bij de rijweg zijn uitgevoerd, namelijk sonderingsnummers: 01, 04, 08, 09, 11 en 14, gebruikt om bodemprofiel van de trillingsprognose vast te stellen.

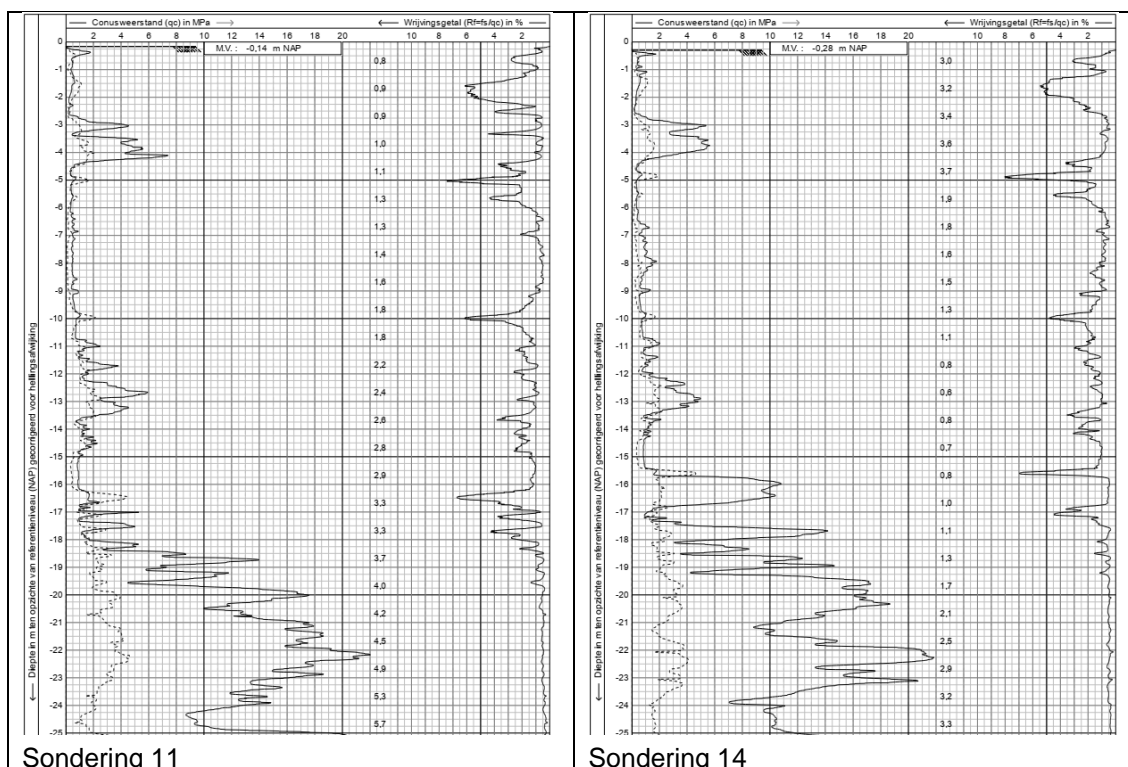
Figuur 6 t/m figuur 8 geven de resultaten van de hierboven genoemde sonderingsnummers weer.



Figuur 6 - Sondringen 01 en 04 [Rapport Geomet]



Figuur 7 - Sondringen 08 en 09 [Rapport Geomet]



Figuur 8 - Sonderringen 11 en 14 [Rapport Geomet]

Figuur 9 geeft uit de sonderingsresultaten de door Geomet afgeleid bodemopbouw weer.

Diepte in m- NAP		Bodembeschrijving
m.v.	- ca. 2,5	<u>KLEI</u> , silt-, zand- en veenhoudend, deels uitgedroogde maaiveldlaag, deels erg slap
ca. 2,5	- 4,0 à 4,5	<u>ZAND</u> , matig vast tot vast gepakt, deels silthoudend
4,0 à 4,5	- ca. 11,0	<u>KLEI</u> , silt- zand- en veenhoudend
ca. 11,0	- 13,5 à 15,0	<u>ZAND</u> , los tot matig vast gepakt, met klei- en/of silthoudende laagjes
13,5 à 15,0	- 17,5 à 20,0	<u>KLEI</u> , <u>ZAND</u> en <u>VEEN</u> , afwisselende lagen, grillige bodemopbouw
17,5 à 20,0	- ca 30,5	<u>ZAND</u> , matig vast tot zeer vast gepakt, lokaal met silthoudende laagjes, deels grillige opbouw, Pleistoceen
ca 30,5		maximaal verkende diepte

Figuur 9 - Gemiddelde ondergrondopbouw volgens Geomet

De sondeerprofielen komen het meest overeen met de ondergrondsituatie behorende bij het standaardbodemprofiel 'Rotterdam' in het rekenprogramma Vibra Prediction.



3.9 Wegfundering

De gemeente heeft aangegeven dat op de Hof van Delftstraat de weg met asfalt (met in het midden een streklaag betonstraatstenen) wordt verhard, waaronder 250 mm menggranulaat als fundering wordt aangelegd. Hiernaast heeft de gemeente aangegeven dat rond de Looksingel, Koningin Julianaplein en Prinses Beatrixstraat de weg met elementenverharding (klinkers) wordt aangelegd. De klinkers worden dan direct op een zand ondergrond aangelegd.

Zowel op de asfalt- als op de elementenverharding worden de plateaus in elementenverharding (klinkers) aangelegd.

Hierdoor is de funderingsdikte in de prognoses van 0,25 m in het rekenprogramma ingevoerd voor de panden rondom de Looksingel, Koningin Julianaplein en Prinses Beatrixstraat, dus de minimale dikte mogelijk in het rekenprogramma. In Vibra Prediction kan gekozen worden tussen 0,25 m, 0,50 m of 1,0 m voor de funderingsdikte.

Op de Hof van Delftstraat is de funderingsdikte in de prognoses 0,50 m in het rekenprogramma ingevoerd (250 mm fundering + asfaltdikte).

3.10 Bouwkundige gegevens panden

De prognoseberekeringen verlangen bouwkundige gegevens van de panden. De gemeente Midden-Delfland heeft de bouwdoSSIERS van bijna alle te beschouwen panden aangeleverd, op drie adressen na. Van deze adressen waarvan geen bouwdoSSIERS beschikbaar zijn, zijn er aannames gebruikt.

Tabel 4 vermeldt de - voor de berekeningen relevante kenmerken - van de gekozen panden/woningen. De afstand tot op/afrit plateau betreft de kortste afstand tussen het pand en de dichtst bij zijnde op/afrit van de plateaus.

De panden dienen vervolgens in gebouwcategorieën te worden verdeeld. Er zijn een aantal panden waarvan de draagconstructie uit beton bestaat (nieuwbouwproject Hof van Delftstraat). Hierdoor zijn deze adressen als 'categorie 1 beton/hout' geprognoseerd. Daar waar de draagconstructie uit metselwerk bestaat, zijn de adressen als 'categorie 2 metselwerk' geprognoseerd.

Voor de panden waarvan geen bouwdoSSIERS beschikbaar zijn, zijn er aannames voor bepaalde inputparameters gebruikt, zie lichtgroen gearceerde cellen in tabel 4. Hiernaast wordt ook aangenomen dat de conditie van het metselwerk, daar waar het materiaal van toepassing is, goed is (geen gebouwcategorie 2+ gevoelige staat in de prognoses toegepast). Tenslotte zijn we ervan uitgegaan dat er geen monumentaal pand tussen de geprognoseerde adressen zit.

Tabel 4 - Bouwkundige gegevens panden rond diverse wegen te Den Hoorn

Weg	Locatie plateau	Adres	Type gebouw	Bodem profiel	Afstand tot rijweg [m]	Afstand tot op/afrit plateau [m]	Type fundatie	Fundatie zettings-gevoelige?	Stijfheid gebouw	Type vloer	Vloer overspanning [m]	Gebouw diepte [m]	Gebouw categorie ¹	
Hof van Delftstraat	Ter hoogte van huisnr. 10	Hof van Delftstraat 3	woning	Rotterdam		7,0	op palen	nee	hoog	gewapende ribben(beton)vloer	5,70	8,00	1	betonnen/stal
		Hof van Delftstraat 5	woning	Rotterdam		5,1	op palen	nee	hoog	gewapende ribben(beton)vloer	5,70	8,00	1	betonnen/stal
		Hof van Delftstraat 7	woning	Rotterdam		7,7	op palen	nee	hoog	gewapende ribben(beton)vloer	5,70	8,00	1	betonnen/stal
		Hof van Delftstraat 10	woning	Rotterdam		8,3	op palen	nee	hoog	gewapende ribben(beton)vloer	5,70	8,00	1	betonnen/stal
	Ter hoogte van huisnr. 17 en 19	Hof van Delftstraat 12	woning	Rotterdam		8,6	op palen	nee	hoog	gewapende ribben(beton)vloer	5,70	8,00	1	betonnen/stal
		Hof van Delftstraat 17	woning	Rotterdam		5,0	op palen	nee	hoog	gewapende ribben(beton)vloer	5,70	8,00	1	betonnen/stal
		Hof van Delftstraat 19	woning	Rotterdam		5,6	op palen	nee	hoog	gewapende ribben(beton)vloer	5,70	8,00	1	betonnen/stal
		Hof van Delftstraat 24	woning	Rotterdam		8,5	op palen	nee	hoog	gewapende ribben(beton)vloer	5,70	8,00	1	betonnen/stal
Looksingel	Ter hoogte van huisno. 1 ten westen van aansluiting Hof van Delftstraat	Hof van Delftstraat 26	woning	Rotterdam		8,2	op palen	nee	hoog	Houten vloer	7,30	7,55	2	metselwerk
		Looksingel 1	woning	Rotterdam		11,5	op palen	nee	hoog	Houten vloer	6,20	8,00	2	metselwerk
		Looksingel 3	woning	Rotterdam		14,9	op palen	nee	hoog	Houten vloer	6,20	8,00	2	metselwerk
Prinses Beatrixstraat	Op/afrit naar plateau aansluiting Koningin Emmalaan	Koningin Julianaplein 24	woning	Rotterdam		19,1* / 9,4**	op staal	ja	laag	Houten vloer	6,5	8,17	2	metselwerk
		Prinses Beatrixstraat 4	onderwijs/kantoor	Rotterdam		2,3* / 11,2**	op staal	ja	laag	Houten vloer	9,64	9,35	2	metselwerk
		Prinses Beatrixstraat 5	woning	Rotterdam		6,9* / 9,2**	op staal	ja	laag	Houten vloer	5,88	6,96	2	metselwerk

* afstand woning tot oprit Koningin Emmalaan

** afstand woning tot oprit Prinses Beatrixstraat

Deze informatie is een aanname ivm ontbreken bouwarchief van het betreffende pand.

1) Toelichting gebouwcategorie

Volgens SBR deel A wordt van een gebouwcategorie 1 (gewapend beton- of houtconstructie) uitgegaan als de onderdelen van de draagconstructie van een gebouw in goede staat verkeren en als de onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren in goede staat verkeren. Er wordt van een gebouwcategorie 2 (metselwerkconstructie) uitgegaan als de onderdelen van de draagconstructie van een gebouw in goede staat verkeren en als de onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren in goede staat verkeren. Daarnaast wordt een veiligheidsfactor toegepast voor monumentale panden en/of panden die in gevoelige staat verkeren (oude gebouw categorie 3 van voormalige versie van de richtlijn). Deze zijn Rijks-, Provinciaal of gemeentelijk monument of bouwwerken en onderdelen waarvan de sterkte is verminderd of er sprake van extra initiële spanningen is.



4 Beoordelingscriteria volgens de SBR richtlijnen

4.1 Grenswaarden voor schade volgens SBR deel A

De vaststelling van de grenswaarden voor de gebouwen is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Bij de prognoses met Vibra Prediction worden de trillingssterkten op een stijf (vast) punt van de draagconstructie op het begane grondniveau en op onderdelen van de constructie / niveau hoogste verdieping van de woning voorspeld, dit refereert aan een beperkte meting (SBR deel A: paragraaf 8.5.3).
- De panden in Den Hoorn vallen in bouwcategorie 1 en bouwwerkcategorie 2, (SBR deel A: paragrafen 10.2.1 en 10.2.2).
- Bij fundering "op staal" op verdichtbaar of verkneedbaar bodemmateriaal wordt zettingsgevoeligheid aangenomen. Fundering op palen wordt niet zettingsgevoeligheid aangenomen (SBR deel A: paragraaf 10.2.5).
- De trillingsbron (verkeer over drempel/plateau) heeft het karakter van herhaald kortdurende trillingen (SBR deel A: paragraaf 10.2.4).
- De dominante frequenties van de trillingen liggen rond 10 Hz.

Op basis van de bovenstaande uitgangspunten zijn de karakteristieke grenswaarden (V_{kar}) bepaald die voor de panden van toepassing zijn. Tabel 5 vermeldt de V_{kar} waarden voor een dominante frequentie tot 10 Hz. Bij hogere dominante frequenties worden de grenswaarden hoger (dus minder kritisch). In tabel 5 is tevens de grenswaarde ter voorkoming van schade aan de draagconstructie (op het begane grondniveau), met het oog op zettingen van de fundering, weergegeven.

Omdat een beperkte meting als referentie geldt, dient volgens de richtlijn op de karakteristieke waarde van de grenswaarde (V_{kar}) een partiële veiligheidsfactor (γ_t) te worden toegepast die het type trilling in rekening brengt (SBR deel A: paragraaf 10.3.2). Voor herhaald kortdurende trillingen, die karakteristiek zijn voor verkeerstrillingen, bedraagt deze veiligheidsfactor voor draagconstructie en onderdelen 1,5. Voor trillingsgevoelige funderingen is deze veiligheidsfactor 1,6. Hiernaast dient voor een monumentaal pand en/of pand met het metselwerk in gevoelige staat een veiligheidsfactor γ_s te worden toegepast. Deze veiligheidsfactor bedraagt 1,7 voor monument en panden in gevoelig staat en 1,0 voor panden in normale staat.

Voor de uiteindelijke beoordeling is de *rekenwaarde van de grenswaarde* (V_r) maatgevend. Deze wordt bepaald door het quotiënt van V_{kar} en $\gamma_t \cdot \gamma_s$ en is op de onderste regel van de tabel vermeld.



Tabel 5 - Grenswaarden trillingsnelheid voor het aspect schade (SBR deel A)

	Begane grond stijf punt ($F_{\text{dom}} = 10 \text{ Hz}$)			Onderdelen / hoogste verdieping			Trillingsgevoelige fundering
	Cat. 1 ¹⁾	Cat. 2 ¹⁾	gevoelig ¹⁾	Cat. 1 ¹⁾	Cat. 2 ¹⁾	gevoelig ¹⁾	
V_{kar} (mm/s)	20,0	5,0	5,0	40,0	15,0	15,0	10
$\gamma_t \cdot \gamma_s$	1,5x1,0	1,5x1,0	1,5x1,7	1,5x1,0	1,5x1,0	1,5x1,7	1,6
$V_r = V_{\text{kar}}/\gamma_t$ (mm/s)	13,3	3,3	2,0	26,7	10,0	5,9	6,2

1) Gebouwcategorie

De panden vallen in bouwwerkcategorie 1 en 2, zie verdere toelichting over bouwcategorie onder tabel 4.

4.2 Streefwaarden voor hinder volgens SBR deel B

Maatgevend voor de beoordeling van de trillingssterkte met betrekking tot het aspect hinder zijn streefwaarden voor de gewogen effectieve waarde van de trillingssnelheid. Deze zijn afhankelijk van:

- De functie van een ruimte in het gebouw (SBR deel B, paragraaf 10.2);
- De omstandigheden van voorkomen van de trillingen (SBR deel B, paragraaf 10.3);
- Het tijdstip van voorkomen van de trillingen (SBR deel B, paragraaf 10.4).

Voor de gebouwfunctie geeft SBR deel B de volgende keuzen:

- Gezondheidszorg;
- Wonen;
- Onderwijs en kantoor;
- Bijeenkomst;
- Kritische werkruimte.

Voor de panden in Den Hoorn is de functie 'wonen' of 'onderwijs en kantoor' aangewezen. Het pand op het adres Prinses Beatrixstraat 4 is als 'onderwijs en kantoor' (winkel) aangemerkt. De overige panden zijn als 'woning' aangemerkt.

Verder dient rekening te worden gehouden met de 'situatie':

- een bestaande situatie (bestaande bron en bestaande ontvanger);
- een gewijzigde situatie (wijziging van een bestaande bron);
- een nieuwe situatie (nieuwe bron of een nieuwe ontvanger).

Voor nieuwe bewoners/gebruikers van een bestaand gebouw is sprake van een bestaande situatie. Een gewijzigde situatie is bijvoorbeeld de vervanging van het wegdek, een verhoging van de verkeersintensiteit of inzet van ander materieel (voertuigen). Een nieuwe situatie is bijvoorbeeld een nieuw aangelegde weg, een nieuw aangelegde verkeersdrempel of een nieuw gebouw in de nabijheid van een (bestaande) weg.



In Den Hoorn heeft de gemeente er voor gekozen uitsluitend nieuwe plateaus te prognosticeren. Oude plateaus worden bij de nieuwe weginrichting teruggebracht. Daar waar nu plateaus liggen, is men ervan uitgegaan dat er geen toename van trillingen zal ontstaan, er liggen immers in de huidige situatie al plateaus. Er worden dus voor oude plateaus geen prognoses uitgevoerd. De prognoses t.p.v. nieuwe plateaus worden in dit rapport voor een 'nieuwe situatie' berekend (nieuwe bron, of nieuwe plateaus waar in de huidige situatie geen oneffenheid aanwezig is).

Voor het tijdstip van optreden van de trillingen worden drie perioden onderscheiden:

- dag 07.00 tot 19.00 uur
- avond 19.00 tot 23.00 uur
- nacht 23.00 tot 07.00 uur

Op basis van bovengenoemde uitgangspunten zijn de in tabel 6 vermelde streefwaarden van nieuwe situatie van toepassing.

Tabel 6 - Streefwaarden trillingssterkte voor het aspect hinder (SBR deel B)

Pand functie	Situatie	Dag- en avondperiode (07:00 - 23:00 uur)			Nachtperiode (23:00 - 07:00 uur)		
		A1	A2	A3	A1	A2	A3
Wonen	nieuwe	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Onderwijs en kantoor	nieuwe	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07

Opmerking:

De streefwaarden zijn dimensieloos, omdat er een wegingsfactor wordt toegepast die de frequentie afhankelijkheid van de menselijke gewaarwording van trillingen in rekening brengt (SBR deel B, § 9.2).

Toetsing nieuwe situatie:

De streefwaarden hebben de volgende betekenis:

- A1 : laagste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} (maximale trillingssterkte);
- A2 : hoogste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} ;
- A3 : streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per} over een beoordelingsperiode.

Trillingen in gebouwen worden als toelaatbaar beschouwd indien is voldaan aan één van de onderstaande voorwaarden:

- V_{max} dient kleiner te zijn dan A1;
- V_{max} dient kleiner te zijn dan A2 én V_{per} dient kleiner te zijn dan A3.

V_{per} is de trillingssterkte over de beoordelingsperiode, rekening houdend met het aantal voertuigpassages. De waarde van V_{per} moet alleen worden bepaald voor de betreffende beoordelingsperiode (dag/avond/nacht) in het geval de A1-waarde wordt overschreden maar niet de A2-waarde; dus als V_{max} tussen de A1 en A2 waarde ligt. Bij de berekening van de V_{per} waarde (A3) telt het aantal voertuigen dat in de periode passeert mee. Als V_{max} groter is dan A2 hoeft V_{per} strikt genomen niet meer te worden bepaald omdat al niet meer aan de voorwaarden wordt



voldaan. In dat geval levert namelijk de passage van één individueel voertuig al overschrijding van de A2 streefwaarde op, wat hinder impliceert.



5 Resultaat prognoseberekningen

De berekeningen met het programma Vibra Prediction versie 2.01C zijn uitgevoerd op basis van de in hoofdstuk 3 beschreven uitgangspunten.

5.1 Trillingsgevolgen voor de panden rond nieuwe plateaus na herinrichting

In tabel 7 en tabel 8 zijn de resultaten weergegeven voor de onderzochte panden. Dat zijn de resultaten van de toetsing aan de normwaarden volgens de SBR richtlijnen (zie tabel 5 en tabel 6).

Tabel 7 - Resultaten trillingsprognoses - aspect schade

			Aspect schade (SBR deel A)			
			Overschrijding grenswaarden schade?			
Locatie	Adres	Afstand tot op/afrif plateau	Asfalt		elementen	
			Over schrijding?	Aard	Over schrijding?	Aard
Hof Delftstraat t.h.v. huisnr.10	Hof van Delftstraat 3	7,0	nee	n.v.t.		
	Hof van Delftstraat 5	5,1	nee	n.v.t.		
	Hof van Delftstraat 7	7,7	nee	n.v.t.		
	Hof van Delftstraat 10	8,3	nee	n.v.t.		
	Hof van Delftstraat 12	8,6	nee	n.v.t.		
Hof Delftstraat t.h.v. huisnr.17 en 19	Hof van Delftstraat 17	5,0	nee	n.v.t.		
	Hof van Delftstraat 19	5,6	nee	n.v.t.		
	Hof van Delftstraat 24	8,5	nee	n.v.t.		
	Hof van Delftstraat 26	8,2	nee	n.v.t.		
Looksingel	Looksingel 1	11,5			nee	n.v.t.
	Looksingel 3	14,9			nee	n.v.t.
Prinses Beatrixstraat	Koningin Julianaplein 24	9,4***			nee	n.v.t.
	Prinses Beatrixstraat 4	2,3**			ja	*
	Prinses Beatrixstraat 5	6,9**			ja	*

* oprit Koningin Emmalaan: voor beide adressen wordt overschrijding van de grenswaarden voor het aspect schade voor:

- draagconstructie begane grond, stijfpunt, horizontaal,
- draagconstructie verdieping, of onderdelen

** afstand woning tot oprit Koningin Emmalaan

*** afstand woning tot oprit Prinses Beatrixstraat



Tabel 8 - Resultaten trillingsprognoses - aspect hinder

			Aspect Hinder (SBR deel B)			
			Overschrijding streefwaarden hinder?			
Locatie	Adres	Afstand tot op/afrif plateau [m]	Asfalt		Elementen	
			Over schrijding?	Aard	Over schrijding?	Aard
Hof Delftstraat t.h.v. huisnr.10	Hof van Delftstraat 3	7,0	ja	A2, nacht; A3 dag		
	Hof van Delftstraat 5	5,1	ja	A2, dag, avond en nacht; A3, dag en avond		
	Hof van Delftstraat 7	7,7	ja	A2, nacht; A3 dag		
	Hof van Delftstraat 10	8,3	ja	A2, nacht; A3 dag		
	Hof van Delftstraat 12	8,6	ja	A2, nacht; A3 dag		
Hof Delftstraat t.h.v. huisnr. 17 en 19	Hof van Delftstraat 17	5,0	ja	A2, dag, avond en nacht; A3, dag en avond		
	Hof van Delftstraat 19	5,6	ja	A2, dag, avond en nacht; A3, dag		
	Hof van Delftstraat 24	8,5	ja	A2, nacht; A3 dag		
	Hof van Delftstraat 26	8,2	ja	A2, nacht; A3 dag		
Looksingel	Looksingel 1	11,5			nee	n.v.t.
	Looksingel 3	14,9			nee	n.v.t.
Prinses Beatrixstraat	Koningin Julianaplein 24	9,4***			ja	A2, dag, avond en nacht; A3, dag en avond
	Prinses Beatrixstraat 4	2,3**			ja	A2, dag*
	Prinses Beatrixstraat 5	6,9**			ja	A2, dag*; A3, dag*

* er is immers vrachtverkeer uitsluitend in de dagperiode t.h.v. K. Emmalaan.

** afstand woning tot oprit Koningin Emmalaan

*** afstand woning tot oprit Prinses Beatrixstraat

In tabel 7 en tabel 8 zijn de resultaten weergegeven in kwalitatieve zin voor de getoetste verhardingstypen. Dat wil zeggen geen numerieke data, maar de resultaten van de toetsing aan de normwaarden volgens de SBR richtlijnen. De tabellen wijzen dus uit of de norm **ja/nee** wordt overschreden voor de opgegeven verkeersintensiteit.

Voor de numerieke data van de prognoses wordt u verwezen naar bijlage 1 van het rapport.

5.2 Bespreken resultaten trillingsprognose - aspect schade

5.2.1 Prinses Beatrixstraat

- Overschrijding van de grenswaarden voor het aspect schade wordt voor beide adressen aan de Prinses Beatrixstraat verwacht (toetsing oprit t.h.v. Koningin Emmalaan, maatgevende situatie). Voor het adres aan de Koningin Julianaplein wordt geen overschrijding van de grenswaarden voor het aspect schade verwacht.

5.2.2 Overige locaties

- Voor de overige onderzochte panden wordt geen overschrijding van de grenswaarden voor het aspect schade verwacht.



5.3 Bespreken resultaten trillingsprognose -aspect hinder

5.3.1 Hof van Delftstraat – t.h.v. huisnummer 10

- Er is overschrijding van de streefwaarden voor het aspect hinder voor deze locatie voorzien.
- De streefwaarde A2 (nachtperiode) wordt voor alle panden overschreden. Hiernaast wordt de streefwaarde A2 (dag- en avondperiode) op het adres Hof van Delftstraat 5 overschreden. In dit geval levert namelijk de passage van één individueel voertuig in de betreffende periode al overschrijding van de streefwaarde A2 (V_{max}) op, wat hinder impliceert;
- Tevens wordt streefwaarde A3 (dag- en avondperiode) overschreden. Het grote aantal voertuigen in deze periodes is bepalende voor het optreden van hinder.

5.3.2 Hof van Delftstraat – t.h.v. huisnummer 17 en 19

- Er is overschrijding van de streefwaarden voor het aspect hinder voor deze locatie voorzien.
- De streefwaarde A2 (nachtperiode) wordt voor alle panden overschreden. Hiernaast wordt de streefwaarde A2 (dag- en avondperiode) op de adressen Hof van Delftstraat 17 en 19 overschreden. In dit geval levert namelijk de passage van één individueel voertuig in de betreffende periode al overschrijding van de streefwaarde A2 (V_{max}) op, wat hinder impliceert;
- Tevens wordt streefwaarde A3 (dag- en avondperiode) overschreden. Het grote aantal voertuigen in deze periodes is bepalende voor het optreden van hinder.

5.3.3 Looksingel

- Er is geen overschrijding van de streefwaarden A2 en A3 voor deze locatie voorzien.
- De streefwaarde A1 (dag-, avond- en nachtperiode) wordt voor beide adressen overschreden. Echter wordt streefwaarde A2 niet overschreden. Dat betekent dat de streefwaarde A3 (V_{per}) dient te worden gecontroleerd.
- De streefwaarde A3 wordt voor alle dagperiodes voor beide adressen niet overschreden. Dat voornamelijk i.v.m. zeer lage verkeersintensiteit van deze locatie in de dagperiode. In de avond- en nachtperiode rijdt sowieso geen zwaar verkeer op deze locatie.

5.3.4 Prinses Beatrixstraat

- Er is overschrijding van de streefwaarden voor het aspect hinder voor deze locatie voorzien.
- De streefwaarde A2 (dag-, avond- en nachtperiode) wordt voor het adres Koningin Julianaplein 24 overschreden (toetsing oprit t.h.v. Prinses Beatrixstraat). In dit geval levert namelijk de passage van één individueel voertuig in de betreffende periode al overschrijding van de streefwaarde A2 (V_{max}) op, wat hinder impliceert;
- De streefwaarde A2 (dag) wordt voor de adressen Prinses Beatrixstraat 4 en 5 overschreden (toetsing maatgevende oprit t.h.v. Koningin Emmalaan, zeer korte afstand tot woningen). In dit geval levert namelijk de passage van één individueel voertuig in de



- betrekkende periode al overschrijding van de streefwaarde A2 (V_{max}) op, wat hinder impliceert. In de avond- en nachtperiode rijdt geen zwaar verkeer op deze oprit;
- Ter informatie: de streefwaarde A2 (dag, avond en nacht) wordt voor het adres Prinses Beatrixstraat 5 overschreden (toetsing oprit t.h.v. Prinses Beatrixstraat). In dit geval levert namelijk de passage van één individueel voertuig in de betreffende periode al overschrijding van de streefwaarde A2 (V_{max}) op, wat hinder impliceert;
 - Tevens wordt streefwaarde A3 (dag- en avondperiode) voor het adres Koningin Julianaplein 24 overschreden. Het grote aantal voertuigen in deze periodes is bepalende voor het optreden van hinder;
 - Tenslotte wordt streefwaarde A3 (dagperiode) voor het adres Prinses Beatrixstraat 5 overschreden. De korte afstand van woning tot oprit is in dit geval maatgevend.

Aandachtspunten:

- De overschrijding van de zowel de grenswaarden voor het aspect schade als de streefwaarden voor het aspect hinder heeft voornamelijk te maken met zeer korte afstand van de woningen tot de op-/afrit van de plateaus;
- Hiernaast speelt de slappe ondergrond in Den Hoorn een belangrijk rol op het doorgeven van trillingen naar de fundering van de onderzochte panden. Ter illustratie, er wordt bijna geen overschrijding van grens- en streefwaarden voorzien indien er een stijve ondergrond (zand) in de prognoseberekningen van de onderzochte panden wordt toegepast.



6 Samenvatting en conclusies

De gemeente Midden-Delfland is bezig met een ontwerp voor de herinrichting van wegen in het centrum van Den Hoorn. Aanleiding van het onderzoek is het voornemen van de gemeente om op een aantal locaties plateaus aan te leggen (zowel t.p.v. bestaande plateaus als t.p.v. waar nu geen plateaus liggen).

Op een aantal locaties uit het voorlopig ontwerp (VO), waar nieuwe plateaus zijn gepland, zijn trillingsprognoses uitgevoerd. Hierbij zijn, op basis van het 30 km/u regime (wettelijk maximale toegestane snelheid op de onderzochte wegen in Den Hoorn) en de verwachte verkeersaantallen, de trillingsgevolgen van het plateau onderzocht. De opdrachtgever gaat ervan uit dat op locaties waar reeds een plateau ligt, geen aanvullend onderzoek hoeft te worden uitgevoerd (geen toename van het reeds aanwezige trillingsniveau).

Met het oog op zorgvuldig handelen, wenst de gemeente op voorhand inzicht in de trillingsgevolgen te hebben en heeft Kiwa KOAC gevraagd deze trillingsprognoses uit te voeren om te bepalen of de beoogde aanpassingen tot trillingsoverlast kunnen leiden voor omwonenden bij het passeren van middel zware en zware voertuigen. Als blijkt dat een locatie te trillingsgevoelig is, zal worden gekeken naar alternatieve oplossingen voor het plateau. De resultaten van het trillingsonderzoek zijn dus nodig om te bepalen of de plateaus verhoogd of alleen visueel (niet verhoogd) kunnen worden aangelegd.

Voor deze prognoses is het programma Vibra Prediction van TNO gebruikt. Hiermee zijn voor 14 panden de verwachte trillingssterkten berekend. De rekenuitkomsten zijn getoetst aan de van toepassing zijnde criteria voor schade aan bouwwerken (SBR deel A) en hinder voor personen in gebouwen (SBR deel B) volgens de vigerende richtlijnen voor trillingen van de Stichting Bouwresearch (SBR).

Op basis van de uitgangspunten voor de prognoseberekeningen zijn de volgende conclusies getrokken ten aanzien van de trilling in de betrokken panden rond de geplande nieuwe plateaus.

Aspect schade (SBR deel A)

De richtlijn SBR deel A stelt dat volgens de bestaande praktijkervaring een aanvaardbare kleine kans (kleiner dan 1%) bestaat dat schade aan bouwwerken en fundering zal optreden indien de van toepassing zijnde *grenswaarden* voor het aspect schade niet worden overschreden. Het resultaat van de prognose is in tabel 7 weergegeven.

Op de adressen aan de Prinses Beatrixstraat na, wordt bij alle andere onderzochte panden geen overschrijding van de grenswaarden voor het aspect schade voorzien. Op de adressen aan de Prinses Beatrixstraat (toetsing maatgevende oprit t.h.v. Koningin Emmalaan, zeer korte afstand tot woningen) worden de grenswaarde voor het aspect schade overschreden. Hierdoor is er een kans dat schades kunnen ontstaan indien het plateau op de Prinses Beatrixstraat wordt aangelegd.

**Aspect hinder (SBR deel B)**

In de richtlijn SBR deel B worden *streefwaarden* voor trillingshinder gehanteerd. Als de trillingssterkte onder de van toepassing zijnde streefwaarden blijft, mag worden verwacht dat in de meeste situaties geen hinder zal optreden. Het resultaat van de prognose is in tabel 8 weergegeven.

Op de adressen aan de Looksingel na, wordt voor alle andere onderzochte panden overschrijding van de streefwaarden voor hinder (SBR deel B) voorzien. Op de adressen aan de Looksingel wordt geen overschrijding van de streefwaarden voorzien.

Er moet, op de adressen aan de Looksingel na, rekening mee worden gehouden dat, indien de plateaus worden aangelegd, aanwonenden zullen klagen over het ervaren van trillingshinder.

Conclusie:

Op grond van deze conclusies is er, met het oog op trillingsgevolgen voor de beschouwde panden rond de plateaulocaties, uitsluitend op de adressen aan de Looksingel geen beletsel het plateau aan te leggen. Op de overige locaties moet rekening worden gehouden met trillingsgevolgen die klachten kunnen opleveren indien de plateaus worden aangelegd.



7 Referenties

- [ref. 1] Schade aan gebouwen door trillingen, SBR-richtlijn *Deel A*, Stichting Bouwresearch, Delft, 2017.
- [ref. 2] Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, SBR-richtlijn *Deel B*, Stichting Bouwresearch, Rotterdam, 2002.
- [ref. 3] Prof. mr. J.M. van Dunné, Aansprakelijkheid naar burgerlijk recht voor schade veroorzaakt door trillingen, *Symposium Trillingen: Hinder, Schade en Aansprakelijkheid*, Erasmus Universiteit Rotterdam, 19 oktober 1999.
- [ref. 4] Richtlijn drempels, plateaus en uitritten (CROW-publicatie 344), CROW, Ede, november 2014.



Bijlage 1

Geprognoseerde trillingen (aspect schade en hinder)

(2 pagina's exclusief voorblad)

>



Adres	Afstand tot op/afrit plateau [m]	Verkeer	Aspect schade (SBR deel A)		
			Overschrijding grenswaarden schade?		
			Vast punt	Fund	Verdiep
Hof van Delftstraat 3	7,0	2-assig	2,2	0,7	3,9
		3-assig	2,3	0,7	4,5
		aanhanger	1,2	0,2	2,0
Hof van Delftstraat 5	5,1	2-assig	3,1	0,8	5,3
		3-assig	3,3	0,9	6,2
		aanhanger	1,8	0,2	2,7
Hof van Delftstraat 7	7,7	2-assig	1,9	0,6	3,3
		3-assig	2,0	0,5	3,8
		aanhanger	1,0	0,2	1,7
Hof van Delftstraat 10	8,3	2-assig	1,9	0,6	3,3
		3-assig	2,0	0,5	3,8
		aanhanger	1,0	0,2	1,7
Hof van Delftstraat 12	8,6	2-assig	1,6	0,4	2,8
		3-assig	1,8	0,4	3,2
		aanhanger	0,9	0,2	1,4
Hof van Delftstraat 17	5,0	2-assig	3,1	0,8	5,3
		3-assig	3,3	0,9	6,2
		aanhanger	1,8	0,2	2,7
Hof van Delftstraat 19	5,6	2-assig	2,6	0,8	4,5
		3-assig	2,7	0,9	5,1
		aanhanger	1,5	0,2	2,2
Hof van Delftstraat 24	8,5	2-assig	1,9	0,6	3,3
		3-assig	2,0	0,5	3,8
		aanhanger	1,0	0,2	1,7
Hof van Delftstraat 26	8,2	2-assig	1,9	0,6	3,3
		3-assig	2,0	0,5	3,8
		aanhanger	1,0	0,2	1,7
Looksingel 1	11,5	2-assig	1,3	0,3	2,6
		3-assig	1,5	0,3	3,2
		aanhanger	0,7	0,2	1,5
Looksingel 3	14,9	2-assig	1,1	0,2	1,9
		3-assig	1,3	0,3	2,4
		aanhanger	0,6	0,2	1,2
Koningin Julianaplein 24	9,4**	2-assig	2,9	1,1	5,6
		3-assig	2,8	1,1	7,1
		aanhanger	1,4	0,4	3,1
Prinses Beatrixstraat 4	2,3*	2-assig	7,7	1,6	16,6
		3-assig	8,6	1,9	23,9
		aanhanger	5,0	0,4	10,2
Prinses Beatrixstraat 5	6,9*	2-assig	4,1	1,8	7,4
		3-assig	3,9	1,8	10,5
		aanhanger	1,9	0,4	4,5

* afstand woning tot oprit Koningin Emmalaan

** afstand woning tot oprit Prinses Beatrixstraat

Vd > Vr, Voldoet niet

Vr [mm/s]	Grenswaarden aspect schade				
	Begane grond stijf punt		Onderdelen / hoogste verdieping		Trillingsgevoelige fundering
	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 1	Cat. 2	Cat 1 en Cat. 2
	13,3	3,3	26,7	10,0	6,2



Adres	Afstand tot op/afruit plateau [m]	Verkeer	Aspect hinder (SBR deel B)		
			Overschrijding streefwaarden hinder?		
			Dag	Avond	Nacht
Hof van Delftstraat 3	7,0	2-assig	0,308	0,308	0,308
		3-assig	0,366	0,366	0,366
		aanhanger	0,067	0,067	0,067
		V _{per}	0,087	0,040	0,023
Hof van Delftstraat 5	5,1	2-assig	0,382	0,382	0,382
		3-assig	0,486	0,486	0,486
		aanhanger	0,079	0,079	0,079
		V _{per}	0,110	0,052	0,029
Hof van Delftstraat 7	7,7	2-assig	0,254	0,254	0,254
		3-assig	0,270	0,270	0,270
		aanhanger	0,056	0,056	0,056
		V _{per}	0,069	0,032	0,019
Hof van Delftstraat 10	8,3	2-assig	0,254	0,254	0,254
		3-assig	0,270	0,270	0,270
		aanhanger	0,056	0,056	0,056
		V _{per}	0,069	0,032	0,019
Hof van Delftstraat 12	8,6	2-assig	0,202	0,202	0,202
		3-assig	0,180	0,180	0,180
		aanhanger	0,055	0,055	0,055
		V _{per}	0,053	0,023	0,014
Hof van Delftstraat 17	5,0	2-assig	0,382	0,382	0,382
		3-assig	0,486	0,486	0,486
		aanhanger	0,079	0,079	0,079
		V _{per}	0,110	0,052	0,029
Hof van Delftstraat 19	5,6	2-assig	0,372	0,372	0,372
		3-assig	0,441	0,441	0,441
		aanhanger	0,078	0,078	0,078
		V _{per}	0,104	0,049	0,028
Hof van Delftstraat 24	8,5	2-assig	0,254	0,254	0,254
		3-assig	0,270	0,270	0,270
		aanhanger	0,056	0,056	0,056
		V _{per}	0,069	0,032	0,019
Hof van Delftstraat 26	8,2	2-assig	0,304	0,304	0,304
		3-assig	0,323	0,323	0,323
		aanhanger	0,067	0,067	0,067
		V _{per}	0,083	0,038	0,022
Looksingel 1	11,5	2-assig	0,168	0,168	0,168
		3-assig	0,179	0,179	0,179
		aanhanger	0,025	0,025	0,025
		V _{per}	0,008	0,000	0,000
Looksingel 3	14,9	2-assig	0,131	0,131	0,131
		3-assig	0,183	0,183	0,183
		aanhanger	0,029	0,029	0,029
		V _{per}	0,007	0,000	0,000
Koningin Julianaplein 24	9,4**	2-assig	0,617	0,617	0,617
		3-assig	0,585	0,585	0,585
		aanhanger	0,160	0,160	0,160
		V _{per}	0,245	0,093	0,020
Prinses Beatrixstraat 4	2,3*	2-assig	0,971	0,971	0,971
		3-assig	1,194	1,194	1,194
		aanhanger	0,111	0,111	0,111
		V _{per}	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Prinses Beatrixstraat 5	6,9*	2-assig	0,981	0,981	0,981
		3-assig	1,090	1,090	1,090
		aanhanger	0,150	0,150	0,150
		V _{per}	0,075	0,000	0,000

* afstand woning tot oprit Koningin Emmalaan

** afstand woning tot oprit Prinses Beatrixstraat

	V _{max} < A1, voldoet
	A1 < V _{max} < A2, voldoet, maar V _{per} dient te worden gecontroleerd.
	V _{max} > A2, voldoet niet
	V _{per} > A3, voldoet niet

Streefwaarden aspect hinder							
Pandens functie	Situatie	Dag- en avondperiode (07:00 - 23:00)			Nachtperiode (23:00 - 07:00)		
		A1	A2	A3	A1	A2	A3
Wonen	nieuwe	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Onderwijs / kantoor	nieuwe	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07