



Trillingonderzoek ten behoeve van de nieuwe ontsluitingsweg van Nutricia te Zoetermeer

*Onderzoek in het kader van een omgevingsprocedure
krachtens de Wet ruimtelijke ordening (Wro)*



Trillingonderzoek ten behoeve van de nieuwe ontsluitingsweg van Nutricia te Zoetermeer

*Onderzoek in het kader van een omgevingsprocedure
krachtens de Wet ruimtelijke ordening (Wro)*

opdrachtgever	Gemeente Zoetermeer
rapportnummer	FAD 15508-2-RA-001
datum	16 april 2019
referentie	TvD/TJo/CJ/FAD 15508-2-RA-001
verantwoordelijke	ing. T.J.M. van Diepen
opsteller	BSc T. Jongema 0031858228770 t.jongema@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 85 822 87 00, zoetermeer@peutz.nl, www.peutz.nl
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – nürnberg – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1	Inleiding en samenvatting	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Streefwaarden trillingniveaus	5
2.1.1	Kader	5
2.1.2	Schade aan gebouwen	5
2.1.3	Hinder voor personen in gebouwen	6
2.2	Situering meet- en beoordelingslocaties	6
2.3	Uitgangspunten	7
3	Metingen	9
3.1	Meetmethode en meetinstrumenten	9
3.2	Geregisseerde meting en meetposities	9
3.3	Meetresultaten	11
3.3.1	Schade aan gebouwen	11
3.3.2	Hinder voor personen in gebouwen	12
4	Berekeningen	13
4.1	Schade aan gebouwen	13
4.2	Hinder voor personen in gebouwen	14
5	Beoordeling	16
5.1	Schade aan gebouwen	16
5.2	Hinder voor personen in gebouwen	16
6	Conclusie	17

1 Inleiding en samenvatting

In opdracht van gemeente Zoetermeer is een onderzoek verricht naar de te verwachten optredende trillingniveaus in woningen ten gevolge van vrachtwagens van en naar Nutricia te Zoetermeer.

Het voornemen is om de huidige ontsluiting van Nutricia voor (in ieder geval) vrachtwagens via de Eerste Stationsstraat op te heffen en deze te laten plaatsvinden via de Bleiswijkseweg/Industrieweg. Hiertoe zal een nieuw wegvak langs de Rijksweg A12 worden gerealiseerd welke aansluit op de bestaande Industrieweg en zullen de Industrieweg en de Bleiswijkseweg fysiek worden aangepast ten behoeve van de nieuwe situatie.

Het doel van dit onderzoek is het bepalen van de optredende trillingniveaus in bestaande woningen aan de Industrieweg ten gevolge van het vrachtverkeer van Nutricia dat in de toekomstige situatie op korte afstand langs de woningen aan de Industrieweg rijdt en deze te toetsen aan de trillingstreefwaarden uit de SBR Richtlijn A: "Schade aan gebouwen" en B: "Hinder voor personen in gebouwen".

Ten behoeve van het onderzoek zijn op 27 maart 2019 trillingmetingen verricht in drie woningen aan de Industrieweg waarbij onder geregisseerde omstandigheden de optredende trillingniveaus ten gevolge van een representatieve vrachtwagen van Nutricia zijn geregistreerd.

Uit het onderzoek blijkt dat de trillingniveaus, ten gevolge van vrachtwagenpassages, ter hoogte van de woningen aan de Industrieweg de streefwaarden uit de SBR richtlijn A en B niet overschrijden.

Geconcludeerd wordt dat volgens de bestaande praktijkervaring er een aanvaardbaar kleine kans (kleiner dan 1%) is dat schade aan bouwwerken en funderingen zal optreden ten gevolge van de vrachtwagenpassages.

Verdergaand wordt geconcludeerd dat de trillingniveaus naar verwachting niet zullen leiden tot hinder voor personen conform de SBR richtlijn. Wel zijn de trillingniveaus in de woningen hoger dan 0,1 waardoor niet uitgesloten kan worden dat de trillingen ten gevolge van de vrachtwagenpassages voelbaar zijn.

2 Uitgangspunten

2.1 Streefwaarden trillingniveaus

2.1.1 Kader

De trillingsnelheden ten gevolge van het vrachtwagenverkeer van Nutricia ter plaatse van de woningen aan de Industrierweg worden getoetst aan de streefwaarden uit de Richtlijnen A "Schade aan gebouwen" en B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" uit augustus 2002 van de Stichting Bouwresearch (SBR Richtlijn).

2.1.2 Schade aan gebouwen

Conform SBR Richtlijn A worden trillingen gemeten in woningen (bouwwerken categorie 2) gedurende herhaald kortdurende tijd. De rekenwaarde van de grenswaarde (v_r) voor de trillingniveaus op de begane grond van woningen in de beschreven situatie is in functie van de trillingfrequenties. In tabel 2.1 zijn de rekenwaarden van de grenswaarden in functie van de dominante frequenties opgenomen.

t2.1 Grenswaarden van de rekenwaarden per dominante frequentie. Betreffend categorie 2 bouwwerken en herhaald kortdurende trillingen

Frequentie (Hz)	V_r (mm/s)
0	3,33
5	3,33
10	3,33
15	4,17
20	5,00
25	5,83
30	6,67
35	7,50
40	8,33
45	9,17
50	10,00
55	10,33
60	10,67
65	11,00
70	11,33
75	11,67
80	12,00
85	12,33
90	12,67
95	13,00
100	13,33

De rekenwaarde van de grenswaarde (V_r) voor hogere verdiepingen dan de begane grond, voor categorie 2 bouwwerken en herhaald kortdurende metingen, bedraagt 10 mm/s (frequentieonafhankelijk).

2.1.3 Hinder voor personen in gebouwen

Conform SBR Richtlijn B worden voor nieuwe situaties en bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd voor weg- en railverkeer, waarvan in deze situatie sprake is, de in tabel 2.2 weergegeven streefwaarden gehanteerd.

t2.2 *Overzicht van de streefwaarden conform de Richtlijn SBR B voor de gebouwfunctie wonen in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (weg- en railverkeer).*

Periode	A ₁	A ₂	A ₃
Dagperiode (07.00 – 19.00 uur)	0,2	0,8	0,1
Avondperiode (19.00 – 23.00 uur)	0,2	0,8	0,1
Nachtperiode (23.00 – 07.00 uur)	0,2	0,4	0,1

De optredende trillingniveaus voldoen aan de streefwaarden indien voldaan wordt aan één van onderstaande twee voorwaarden:

- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ($v_{\text{eff,max,stat}}$) is kleiner dan A_1 ;
- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ($v_{\text{eff,max,stat}}$) is kleiner dan A_2 waarbij de trillingsterkte over de beoordelingsperiode in deze ruimte (V_{per}) kleiner is dan A_3 .

Omdat vrachtwagenpassages zowel in de dag-, avond- als nachtperiode plaatsvinden zijn de streefwaarden voor de nachtperiode maatgevend voor de beoordeling. Bovengenoemde streefwaarden zijn overigens geen wettelijke grenswaarden. Wel worden de SBR-richtlijnen in de jurisprudentie gehanteerd ter bepaling van de beoordelingscriteria.

Bij een V_{max} lager dan 0,1 worden trillingen in het algemeen niet als voelbaar ervaren.

N.B. de grootheden conform SBR-richtlijn A hebben eenheid van millimeter per seconde en de grootheden conform SBR-richtlijn B zijn dimensieloos.

2.2 Situering meet- en beoordelingslocaties

Met de realisatie van de nieuwe ontsluitingsweg ten behoeve van Nutricia zal vrachtwagenverkeer van Nutricia via de Industrieweg en de Bleiswijkseweg rijden. De in dit onderzoek betrokken woningen aan de Industrieweg liggen op vier maal kleinere afstand tot de wegrand dan de woningen aan de Bleiswijkseweg. Hiermee zullen de optredende trillingniveaus naar verwachting ter plaatse van de beschouwde woningen bepalend zijn. Indien voor deze woningen wordt voldaan aan de richtwaarden zal naar verwachting tevens worden voldaan in de woningen aan de Bleiswijkseweg. Om deze reden zijn geen metingen uitgevoerd in de woningen aan de Bleiswijkseweg.

De trillingmetingen zijn verricht in de woningen aan de Industrieweg met huisnummers 80, 100 en 130. De trillingmetingen zijn in deze drie woningen verricht op zowel de begane grond als de eerste verdieping. In figuur 2.1 is een situering opgenomen van het Nutricia-terrein en de woningen aan de Industrieweg.

f2.1 Situering meetlocatie en locatie van het Nutricia terrein



2.3 Uitgangspunten

Bij de berekeningen wordt een tijdsduur (trillingsduur) per vrachtwagenpassage voor iedere specifieke positie van 10 seconden aangehouden, dit betreft een worst-case aanname. De volgende door Nutricia aangeleverde aantallen vrachtwagens zijn gehanteerd per etmaalperiode:

- 207 vrachtwagens in de dagperiode;
- 54 vrachtwagens in de avondperiode;
- 64 vrachtwagens in de nachtperiode.

De vrachtwagens zullen per etmaalperiode zowel heen en terug rijden over de Industrieweg, dit houdt in dat er per etmaalperiode het dubbele aantal vrachtwagenverkeersbewegingen over de Industrieweg zal plaatsvinden.

In dit onderzoek zijn uitsluitend de trillingniveaus in beschouwing genomen die veroorzaakt worden door de vrachtwagens van Nutricia. Eventueel overig (zwaar)wegverkeer over de Industrieweg is niet beschouwd.



Volgens Nutricia kan in de toekomst met zogenaamde LZV-vrachtwagens worden gereden. Dergelijke vrachtwagens kunnen per rit een grotere lading vervoeren omdat deze voorzien zijn van een dubbele trailer. De asdruk van deze vrachtwagens is echter enigszins lager dan de in dit onderzoek gebruikte zwaar beladen vrachtwagen. Hiermee zullen naar verwachting bij inzet van LZV-vrachtwagens geen hogere trillingniveaus in de beschouwde woningen optreden dan in dit onderzoek meettechnisch is vastgesteld. Een nadere beschouwing van de optredende trillingniveaus ten gevolge van LZV-vrachtwagens is om deze reden niet noodzakelijk.

3 Metingen

3.1 Meetmethode en meetinstrumenten

De trillingmetingen zijn uitgevoerd conform de Richtlijn SBR-A en SBR-B.

De trillingmetingen zijn uitgevoerd met behulp van zes van de volgende instrumenten:

- Trillingrecorder, fabricaat SYSCOM, type MR3000C met geïntegreerde xyz-opnemer.

De trillingopnemer is een triaxiale snelheidssensor en heeft een frequentiebereik van 1 tot 315 Hz.

3.2 Geregisseerde meting en meetposities

Teneinde een realistisch beeld te verkrijgen van de trillingniveaus ter hoogte van de woningen ten gevolge van de extra aantallen vrachtwagens van Nutricia over de Industrieweg is gebruik gemaakt van geregisseerde vrachtwagenpassages over de Industrieweg.

Bij de metingen werd gebruikgemaakt van een vrachtwagen (met trailer) met een totaal gewicht van 40 ton, een foto hiervan is opgenomen in figuur 3.1. Dit is representatief voor de zwaarste vrachtwagens die het Nutricia-terrein aandoen en deze vrachtwagens zullen de hoogste trillingniveaus veroorzaken.

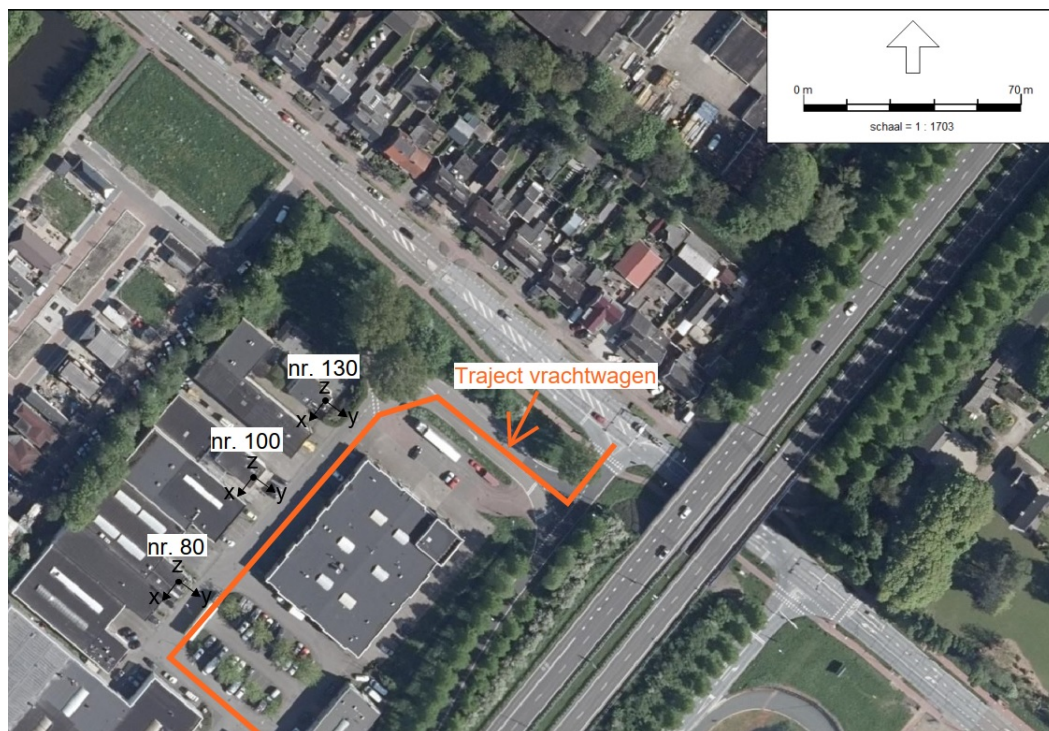
f3.1 Vrachtwagen waarvan de trillingniveaus zijn gemeten



Met 15 vrachtwagenpassages, waarbij overig zwaar wegverkeer werd tegengehouden, zijn de trillingmetingen verricht bij de drie woningen aan de Industrieweg. In elke woning zijn de trillingniveaus op de begane grond en de eerste verdieping gemeten. De trillingopnemers zijn geplaatst in de woningen aan de kant van de Industrieweg, daarbij gericht zoals weergegeven in figuur 3.2.

In elke woning is gemeten op de begane grond en op de eerste verdieping, in totaal zijn aldus zes meetposities gebruikt. Voor elke vrachtwagenpassage is tevens de gemiddelde rijksnelheid geregistreerd.

f3.2 Meetposities in de woningen aan de Industrieweg



3.3 Meetresultaten

De trillingmetingen zijn verricht op 27 maart 2019 tussen 09:00 en 11:30. In deze periode zijn 15 geregisseerde vrachtwagenpassages uitgevoerd. Bij metingen 1 t/m 13 reed de vrachtwagen van noordoost naar zuidwest over de Industrierweg en bij metingen 14 en 15 reed de vrachtwagen in tegengestelde richting.

3.3.1 Schade aan gebouwen

In tabel 3.1 zijn de gemeten grootste trillingsnelheden in absolute zin ($v_{top,i}$ in mm/s) per meetpositie opgenomen.

t3.1 Gemeten trillingniveaus in de woningen

Meetpositie	Richting	$v_{top,i}$ (mm/s) per meting														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
nr. 130 BG	x	0,08	0,09	0,13	0,11	0,14	0,08	0,07	0,1	0,07	0,08	0,06	0,05	0,07	0,08	0,05
	y	0,06	0,06	0,11	0,10	0,11	0,10	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07	0,05	0,08	0,06	0,03
	z	0,12	0,15	0,28	0,34	0,24	0,17	0,25	0,16	0,17	0,23	0,22	0,17	0,20	0,28	0,07
nr. 130 verd. 1	x	0,16	0,15	0,29	0,27	0,33	0,18	0,14	0,16	0,13	0,14	0,13	0,12	0,16	0,15	0,19
	y	0,13	0,12	0,24	0,24	0,23	0,18	0,15	0,16	0,14	0,18	0,16	0,10	0,14	0,12	0,08
	z	0,14	0,19	0,26	0,36	0,31	0,19	0,26	0,17	0,22	0,23	0,23	0,17	0,23	0,30	0,11
nr. 100 BG	x	0,06	0,04	0,06	0,04	0,08	0,07	0,04	0,04	0,08	0,05	0,07	0,11	0,07	0,04	0,04
	y	0,06	0,08	0,09	0,03	0,11	0,10	0,06	0,05	0,10	0,07	0,03	0,14	0,07	0,06	0,07
	z	0,17	0,20	0,26	0,03	0,27	0,19	0,18	0,16	0,20	0,16	0,09	0,67	0,15	0,18	0,11
nr. 100 verd. 1	x	0,11	0,11	0,14	0,18	0,16	0,15	0,11	0,09	0,15	0,13	0,22	0,13	0,15	0,13	0,09
	y	0,07	0,11	0,12	0,12	0,12	0,18	0,12	0,09	0,17	0,14	0,06	0,11	0,13	0,08	0,12
	z	0,22	0,33	0,40	0,32	0,46	0,34	0,30	0,22	0,30	0,37	0,15	0,36	0,28	0,22	0,23
nr. 80 BG	x	0,06	0,08	0,10	0,07	0,10	0,03	0,07	0,07	0,09	0,07	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04
	y	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,02	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,06	0,03	0,03
	z	0,09	0,10	0,14	0,15	0,17	0,03	0,11	0,10	0,11	0,11	0,11	0,07	0,12	0,08	0,08
nr. 80 verd. 1	x	0,14	0,17	0,23	0,15	0,24	0,20	0,13	0,11	0,20	0,16	0,19	0,10	0,17	0,08	0,19
	y	0,10	0,13	0,15	0,13	0,12	0,15	0,16	0,08	0,13	0,12	0,11	0,10	0,15	0,06	0,29
	z	0,12	0,16	0,23	0,67	0,26	0,32	0,30*	0,23	0,29	0,27	0,25	0,19	0,41	0,19	0,59

* Uitspringende meting. Deze piekwaarde voor de z-richting is disproportioneel hoger dan de piekwaarde voor de z-richting op de begane grond. Het is te verwachten dat dit gemeten trillingniveau niet ten gevolge van de vrachtwagenpassage is. Om deze reden wordt deze waarde weggelaten bij de statistische berekeningen.

3.3.2 Hinder voor personen in gebouwen

In tabel 3.2 zijn de gemeten grootste effectieve waarden ter hoogte van de woningen in een interval van 30 seconden, per vrachtwagenpassage, opgenomen.

t3.2 Gemeten en gewogen trillingsnelheden

Meetpositie	Richting	V _{eff,max,30,i} (dimensieloos) per meting														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
nr. 130 BG	x	0,04	0,04	0,06	0,05	0,07	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02
	y	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
	z	0,06	0,07	0,12	0,13	0,13	0,08	0,10	0,08	0,08	0,10	0,09	0,12	0,12	0,11	0,06
nr. 130 verd. 1	x	0,08	0,07	0,16	0,13	0,17	0,10	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,06	0,06
	y	0,06	0,05	0,11	0,10	0,10	0,08	0,06	0,06	0,07	0,09	0,07	0,05	0,09	0,07	0,05
	z	0,06	0,08	0,14	0,14	0,14	0,09	0,10	0,07	0,11	0,12	0,10	0,12	0,13	0,10	0,07
nr. 100 BG	x	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03
	y	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,04
	z	0,09	0,11	0,12	0,10	0,14	0,10	0,10	0,08	0,09	0,07	0,08	0,05	0,05	0,04	0,17
nr. 100 verd. 1	x	0,05	0,05	0,07	0,09	0,08	0,07	0,05	0,03	0,07	0,06	0,07	0,06	0,04	0,11	0,05
	y	0,03	0,05	0,06	0,05	0,06	0,08	0,05	0,03	0,08	0,06	0,06	0,03	0,06	0,02	0,05
	z	0,11	0,17	0,17	0,15	0,20	0,18	0,15	0,03	0,17	0,18	0,15	0,10	0,12	0,06	0,05
nr. 80 BG	x	0,01	0,04	0,05	0,03	0,05	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
	y	0,00	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
	z	0,01	0,05	0,07	0,07	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03
nr. 80 verd. 1	x	0,06	0,08	0,12	0,05	0,12	0,08	0,06	0,07	0,08	0,06	0,07	0,03	0,10	0,07	0,05
	y	0,05	0,07	0,07	0,03	0,06	0,08	0,07	0,04	0,07	0,06	0,07	0,03	0,12	0,04	0,03
	z	0,05	0,07	0,11	0,11	0,11	0,14	0,76*	0,05	0,12	0,12	0,19	0,08	0,21	0,09	0,09

* Uitspringende meting. Deze piekwaarde voor de z-richting is disproportioneel hoger dan de piekwaarde voor de z-richting op de begane grond. Het is te verwachten dat dit gemeten trillingniveau niet ten gevolge van de vrachtwagenpassage is. Om deze reden wordt deze waarde weggelaten bij de statistische berekeningen.

4 Berekeningen

In tabel 4.1 zijn ter informatie de gemeten gemiddelde rijsnelheden van de passages opgenomen. In bijlage 1 zijn de berekeningen van de snelheden en trillingberekeningen opgenomen.

t4.1 Snelheid van de vrachtwagen per meting

Meting	Snelheid (km/h)
1	45
2	53
3	75
4	72
5	68
6	58
7	52
8	56
9	57
10	61
11*	30
12	42
13	58
14	52
15	59

*De vrachtwagen remde voor overig wegverkeer.

4.1 Schade aan gebouwen

In de berekeningen worden de gemeten topwaarden van de trillingsnelheden (v_{top}) per richting statistisch verwerkt en wordt een statistisch berekende topwaarde van de trillingsnelheid V_{stat} bepaald. Op basis van deze statistisch berekende topwaarde wordt de rekenwaarde van de trillingsnelheid (v_d) bepaald; dit neemt de partiële veiligheidsfactor mee voor het type trillingmeting. Deze rekenwaarde van de trillingsnelheid wordt getoetst aan de streefwaarden uit de SBR richtlijn.

In tabel 4.2 zijn de berekende rekenwaarden van de trillingsnelheden voor de zes meetposities, per richting, opgenomen.

t4.2 Rekenwaarden van de grenswaarden

Meetpositie	v_d (mm/s)		
	x-richting	y-richting	z-richting
nr. 130 BG	0,27	0,24	0,69
nr. 130 verdieping 1	0,65	0,50	0,69
nr. 100 BG	0,21	0,28	1,81
nr. 100 verdieping 1	0,37	0,34	0,86
nr. 80 BG	0,20	0,11	0,34
nr. 80 verdieping 1	0,48	0,53	1,90

De rekenwaarde van de trillingsnelheid (V_d) is voor alle frequenties ten hoogste 1,90 mm/s. De berekeningen van de rekenwaarden van trillingsnelheden zijn opgenomen in bijlage 1.

4.2 Hinder voor personen in gebouwen

Bij de berekeningen voor de SBR B richtlijn voor "Hinder voor personen in gebouwen" wordt op basis van de gemeten grootste waarden van een meetduur van 30 seconden $v_{eff,max}$ een statistisch berekende grootte bepaald: $v_{eff,max,stat}$. Deze statistisch grootste waarde, in een meetinterval van 30 seconden, wordt getoetst aan de streefwaarden van A_1 en A_2 .

Verder wordt ook de trillingsterkte over de beoordelingsperiode (v_{per}) berekend. Dit is de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van de maxima over de meetperiode ($v_{per,meet}$) met de verhouding tussen de bedrijfsduur van de trillingbron (10s per passage) en duur van de beoordelingsperiode in rekening gebracht. Deze trillingsterkte over de beoordelingsperiode wordt getoetst aan de streefwaarde van A_3 .

In tabel 4.3 zijn de statistisch bepaalde grootste waarde van de effectieve gewogen momentane trillingsgrootte ($v_{eff,max,stat}$) opgenomen.

t4.3 Statistisch bepaalde grootste waarde van de effectieve gewogen momentane trillingsgrootte

Meetpositie	$v_{eff,max,stat}$ (dimensieloos)		
	x-richting	y-richting	z-richting
nr. 130 BG	0,07	0,05	0,15
nr. 130 verdieping 1	0,18	0,12	0,17
nr. 100 BG	0,04	0,06	0,17
nr. 100 verdieping 1	0,11	0,09	0,27
nr. 80 BG	0,05	0,05	0,08
nr. 80 verdieping 1	0,13	0,12	0,26

In tabel 4.4 zijn de berekende trillingsterkten over de beoordelingsperiode behorende bij de ruimte (v_{per}) opgenomen.

t4.4 Berekende trillingsterkten over de beoordelingsperiode

Meetpositie	Richting	v_{per} (dimensieloos) per meting		
		dagperiode	avondperiode	nachtperiode
nr. 130 BG	x	0,01	0,01	0,01
	y	0,01	0,01	0,01
	z	0,03	0,03	0,02
nr. 130 verd. 1	x	0,03	0,03	0,02
	y	0,02	0,02	0,02
	z	0,03	0,03	0,02
nr. 100 BG	x	0,01	0,01	0,01
	y	0,01	0,01	0,01
	z	0,03	0,03	0,02
nr. 100 verd. 1	x	0,02	0,02	0,01
	y	0,02	0,02	0,01
	z	0,04	0,04	0,03
nr. 80 BG	x	0,01	0,01	0,01
	y	0,01	0,01	0,00
	z	0,01	0,01	0,01
nr. 80 verd. 1	x	0,02	0,02	0,02
	y	0,02	0,02	0,01
	z	0,04	0,03	0,02

5 Beoordeling

5.1 Schade aan gebouwen

De hoogste rekenwaarde van de grensstreefwaarde (V_d) bedraagt voor alle frequenties niet meer dan 1,90 mm/s.

Hiermee wordt voldaan aan de in tabel 2.1 opgenomen (frequentieafhankelijke) grensstreefwaarden. Voor hogere vloeren dan de begane grond wordt eveneens ruimschoots voldaan aan de streefwaarde van 10 mm/s.

Hieruit wordt geconcludeerd dat optredende trillingen, ten gevolge van vrachtwagenbewegingen van Nutricia op de Industrieweg, geen schade veroorzaken aan de woningen gelegen aan de Industrieweg.

5.2 Hinder voor personen in gebouwen

Uit tabel 4.3 blijkt dat de hoogste statistisch bepaalde grootste waarde van de effectieve gewogen momentane trillingsgrootte ($v_{\text{eff,max,stat}}$) 0,27 bedraagt en uit tabel 4.4 volgt dat de hoogst berekende trillingsterkte over alle beoordelingsperioden (v_{per}) 0,04 bedraagt.

Hiermee wordt op twee posities niet voldaan aan de streefwaarde A1 conform de SBR Richtlijn B. Wel wordt voldaan aan de tweede voorwaarde, A2: de streefwaarde voor $v_{\text{eff,max,stat}}$ van maximaal 0,4 (nachtperiode) en A3: de berekende trillingsterkten over de beoordelingsperiode (v_{per}) van maximaal 0,1.

Hiermee is voldaan aan de streefwaarden uit SBR B voor hinder voor personen in gebouwen.

Overigens bedraagt het trillingniveau bij een passage meer dan 0,1 waardoor niet uitgesloten kan worden dat deze in de woning voelbaar zijn.

6 Conclusie

Uit het onderzoek blijkt dat de trillingniveaus, ten gevolge van vrachtwagenpassages, ter hoogte van de woningen aan de Industrieweg de streefwaarden uit de SBR richtlijn A en B niet overschrijden.

Geconcludeerd wordt dat volgens de bestaande praktijkervaring er een aanvaardbaar kleine kans (kleiner dan 1%) is dat schade aan bouwwerken en funderingen zal optreden ten gevolge van de vrachtwagenpassages.

Verdergaand wordt geconcludeerd dat de trillingniveaus naar verwachting niet zullen leiden tot hinder voor personen conform de SBR richtlijn. Wel zijn de trillingniveaus in de woningen hoger dan 0,1 waardoor niet uitgesloten kan worden dat de trillingen ten gevolge van de vrachtwagenpassages voelbaar zijn.

Zoetermeer,

Dit rapport bevat 17 pagina's en 1 bijlage.



Bijlage 1 Trillingberekeningen



Hinder voor personen

Industrieweg 100 BG				Industrieweg 100 verdieping 1				Industrieweg 80 BG				Industrieweg 80 verdieping 1				Industrieweg 130 BG				Industrieweg 130 verdieping 1			
Meting		x-richting	y-richting	z-richting	x-richting	y-richting	z-richting	x-richting	y-richting	z-richting	x-richting	y-richting	z-richting	x-richting	y-richting	z-richting	x-richting	y-richting	z-richting				
	1		0,02	0,03	0,09		0,05	0,03	0,11		0,01	0,00	0,01		0,06	0,05	0,05		0,04	0,02	0,06		
	2		0,02	0,04	0,11		0,05	0,05	0,17		0,04	0,02	0,05		0,08	0,07	0,07		0,04	0,03	0,07		
	3		0,03	0,04	0,12		0,07	0,06	0,17		0,05	0,02	0,07		0,12	0,07	0,11		0,06	0,04	0,12		
	4		0,03	0,04	0,10		0,09	0,05	0,15		0,03	0,02	0,07		0,05	0,03	0,11		0,05	0,04	0,13		
	5		0,03	0,05	0,14		0,08	0,06	0,20		0,05	0,05	0,05		0,12	0,06	0,11		0,07	0,05	0,13		
	6		0,03	0,05	0,10		0,07	0,08	0,18		0,02	0,02	0,04		0,08	0,08	0,14		0,03	0,04	0,08		
	7		0,02	0,03	0,10		0,05	0,05	0,15		0,03	0,02	0,05		0,06	0,07	* 0,36		0,04	0,03	0,10		
	8		0,02	0,03	0,08		0,03	0,03	0,03		0,03	0,01	0,05		0,07	0,04	0,05		0,03	0,03	0,08		
	9		0,03	0,05	0,09		0,07	0,08	0,17		0,02	0,02	0,05		0,08	0,07	0,12		0,03	0,04	0,08		
	10		0,02	0,03	0,07		0,06	0,06	0,18		0,02	0,01	0,05		0,06	0,06	0,12		0,03	0,04	0,10		
	11		0,02	0,03	0,08		0,07	0,06	0,15		0,02	0,02	0,05		0,07	0,07	0,19		0,03	0,04	0,09		
	12		0,02	0,02	0,05		0,06	0,03	0,10		0,02	0,01	0,04		0,03	0,03	0,08		0,03	0,03	0,12		
	13		0,02	0,03	0,05		0,04	0,06	0,12		0,02	0,01	0,04		0,10	0,12	0,21		0,04	0,03	0,12		
	14		0,04	0,01	0,04		0,11	0,02	0,06		0,03	0,02	0,05		0,07	0,04	0,09		0,02	0,03	0,11		
	15		0,03	0,04	0,17		0,05	0,05	0,05		0,02	0,02	0,03		0,05	0,03	0,09		0,02	0,03	0,06		
*Uitspringende meting. Weggelaten in statistische berekening.																							
gemiddelde	μ		0,025040	0,034334	0,091683		0,063130	0,053312	0,133080		0,027308	0,017736	0,045599		0,073911	0,060585	0,109145		0,037653	0,034255	0,096672		
factor	β		1,78																				
standaarddeviatie	σ		0,006191	0,010106	0,032562		0,020449	0,016549	0,051742		0,010369	0,010087	0,012861		0,024519	0,023650	0,052981		0,013701	0,007253	0,025156		
Statistische verwerking	V _{stat,max,out}		0,04	0,06	0,17		0,11	0,09	0,27		0,05	0,05	0,08		0,13	0,12	0,26		0,07	0,05	0,15		
Maximale trillingssterkte per meetpositie	V _{max}		0,1725225				0,2658723				0,0753322				0,2589717				0,1536247				
	Hoogste maximale trillingssterkte			0,27																			
Trillingssterkte over beoordelingsperiode																							
V per meet	V _{per,meet}		0,02574	0,03569	0,09693		0,06615	0,05566	0,14216		0,02909	0,02024	0,04726		0,07761	0,06475	0,11377		0,03991	0,03496	0,09968		
duur dagperiode (s)	T _{0,dag}		43200																				
duur avondperiode (s)	T _{0,avond}		14400																				
duur nachtperiode (s)	T _{0,nacht}		28800																				
Trillingstijd per vrachtwagen, worstcase			10																				
Aantal vrachtwagens totaal			325																				
verkeersbewegingen dagperiode			414																				
verkeersbewegingen avondperiode			108																				
nachtperiode			128																				
V per																							
dagperiode	V _{per,dag}		0,01	0,01	0,03		0,02	0,02	0,04		0,01	0,01	0,01		0,02	0,02	0,04		0,01	0,01	0,03		
avondperiode	V _{per,avond}		0,01	0,01	0,03		0,02	0,02	0,04		0,01	0,01	0,01		0,02	0,02	0,03		0,01	0,01	0,03		
nachtperiode	V _{per,nacht}		0,01	0,01	0,02		0,01	0,01	0,03		0,01	0	0,01		0,02	0,01	0,02		0,01	0,01	0,02		
Maximaal V per dag/avond			0,04																				
Maximaal V per nacht			0,03																				

Bijlage 1 Trillingberekeningen



Schade aan gebouwen

Piekwaarden in mm/s

Meting	Industrieweg 100 BG			Industrieweg 100 verdieping 1			Industrieweg 80 BG			Industrieweg 80 verdieping 1			Industrieweg 130 BG			Industrieweg 130 verdieping 1		
	x-peak	y-peak	z-peak	x-peak	y-peak	z-peak	x-peak	y-peak	z-peak	x-peak	y-peak	z-peak	x-peak	y-peak	z-peak	x-peak	y-peak	z-peak
1	0,06	0,06	0,17	0,11	0,07	0,22	0,06	0,03	0,09	0,14	0,10	0,12	0,08	0,06	0,12	0,16	0,13	0,14
2	0,04	0,08	0,20	0,11	0,11	0,33	0,08	0,04	0,10	0,17	0,13	0,16	0,09	0,06	0,15	0,15	0,12	0,19
3	0,06	0,09	0,26	0,14	0,12	0,40	0,10	0,04	0,14	0,23	0,15	0,23	0,13	0,11	0,28	0,29	0,24	0,26
4	0,04	0,03	0,03	0,18	0,12	0,32	0,07	0,05	0,15	0,15	0,13	0,67	0,11	0,10	0,34	0,27	0,24	0,36
5	0,08	0,11	0,27	0,16	0,12	0,46	0,10	0,04	0,17	0,24	0,12	0,26	0,14	0,11	0,24	0,33	0,23	0,31
6	0,07	0,10	0,19	0,15	0,18	0,34	0,03	0,02	0,03	0,20	0,15	0,32	0,08	0,10	0,17	0,18	0,18	0,19
7	0,04	0,06	0,18	0,11	0,12	0,30	0,07	0,04	0,11	0,13	0,16	**0,76	0,07	0,07	0,25	0,14	0,15	0,26
8	0,04	0,05	0,16	0,09	0,09	0,22	0,07	0,03	0,10	0,11	0,08		0,23	0,10	0,08	0,16	0,16	0,16
9	0,08	0,10	0,20	0,15	0,17	0,30	0,09	0,05	0,11	0,20	0,13	0,29	0,07	0,09	0,17	0,13	0,14	0,22
10	0,05	0,07	0,16	0,13	0,14	0,37	0,07	0,03	0,11	0,16	0,12	0,27	0,08	0,09	0,23	0,14	0,18	0,23
11	0,07	0,03	0,09	0,22	0,06	0,15	0,07	0,04	0,11	0,19	0,11	0,25	0,06	0,07	0,22	0,13	0,16	0,23
12	0,11	0,14	0,67	0,13	0,11	0,36	0,05	0,04	0,07	0,10	0,10	0,19	0,05	0,05	0,17	0,12	0,10	0,17
13	0,07	0,07	0,15	0,15	0,13	0,28	0,05	0,06	0,12	0,17	0,15	0,41	0,07	0,08	0,20	0,16	0,14	0,23
14	0,04	0,06	0,18	0,13	0,08	0,22	0,04	0,03	0,08	0,08	0,06	0,19	0,08	0,06	0,28	0,15	0,12	0,30
15	0,04	0,07	0,11	0,09	0,12	0,23	0,04	0,03	0,08	0,19	0,29	0,59	0,05	0,03	0,07	0,19	0,08	0,11

**Uitspringende meting. Weggelaten in statistische berekening.

gemiddelde	μ	0,058749	0,075590	0,201897	0,135961	0,115238	0,299534	0,065386	0,037910	0,105490	0,163140	0,132111	0,297903	0,083830	0,075948	0,203695	0,179274	0,158724	0,225743
factor	β	2,62																	
standaarddeviatie	σ	0,020486	0,028411	0,143040	0,034186	0,032920	0,082452	0,019143	0,010124	0,033366	0,046721	0,052796	0,172651	0,026779	0,023123	0,068359	0,065351	0,048925	0,066969
Statistische verwerking	V _{stat}	0,15	0,20	1,29	0,26	0,24	0,62	0,14	0,08	0,24	0,35	0,38	1,36	0,19	0,17	0,49	0,47	0,36	0,49
	Y _v	1,4																	
Rekenwaarde van trillingssnelheid	V _d	0,21	0,28	1,81	0,37	0,34	0,86	0,20	0,11	0,34	0,48	0,53	1,90	0,27	0,24	0,69	0,65	0,50	0,69
Maximale rekenwaarde van de grenswaarde M	V _{d,max}	1,9																	

Snelheid vrachtwagen per meting		
Meting	Tijdsduur 60m (snelheid (km/h)	
1	4,84	44,63
2	4,05	53,33
3	2,87	75,26
4	3,02	71,52
5	3,18	67,92
6	3,74	57,75
7	4,12	52,43
8	3,87	55,81
9	3,77	57,29
10	3,57	60,5
11	7,31	29,55
12	5,09	42,44
13	3,75	57,6
14	4,14	52,17
15	3,67	58,86