



Cauberg-Huygen

Amerikalaan 14

6199 AE MAASTRICHT - AIRPORT

T +31 (0)43-3467878

E maastricht.ch@dpa.nl

www.dpa.nl/cauberg-huygen

K.v.K. 58792562

IBAN NL71 RABO 0112 075584

**Trillingsonderzoek randweg Buldersweg te Heeze
in verband met procedure bestemmingsplan De Bulders / Randweg Heeze**

Datum 7 februari 2018
Referentie 03929-24577-02

Referentie 03929-24577-02
Rapporttitel Trillingsonderzoek randweg Buldersweg te Heeze
in verband met procedure bestemmingsplan De Bulders / Randweg Heeze
Datum 7 februari 2018

Opdrachtgever De Bulders Woningbouw BV
Postbus 10000
5590 GA HEEZE
Contactpersoon De heer J. van den Hurk

Behandeld door ing. T.H.A.M. Taris
C.J. Ostendorf
DPA Cauberg-Huygen B.V.
Amerikalaan 14
6199 AE MAASTRICHT - AIRPORT
Telefoon 043-3467878
Fax 043-3476347

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Opzet onderzoek en uitgangspunten	4
2.1	Opzet onderzoek	4
2.2	Toetsingswaarden	4
3	Trillingsmetingen	6
3.1	Algemeen	6
3.2	Meetpunten	7
3.3	Meetresultaat Buldersweg 16	9
3.4	Meetresultaat Buldersweg 14	9
4	Prognose	11
4.1	Algemeen	11
4.2	Berekening trillingssterkte gemeten situatie Buldersweg 16	11
4.3	Prognose nieuwe randweg Buldersweg 16	12
4.4	Beoordeling trillingssterkte V_{max} prognose Buldersweg 16	12
4.5	Berekening V_{per} vanaf gelegen rijbaan	13
4.6	Maatregelen	13
4.7	Overige woningen	14
4.8	Fietsstraat	15
5	Conclusie en samenvatting	16

Bijlagen

Bijlage I

Bijlage I-1 Weegbon

Bijlage II

Bijlage II-1 Meetresultaten Buldersweg 16

Bijlage III

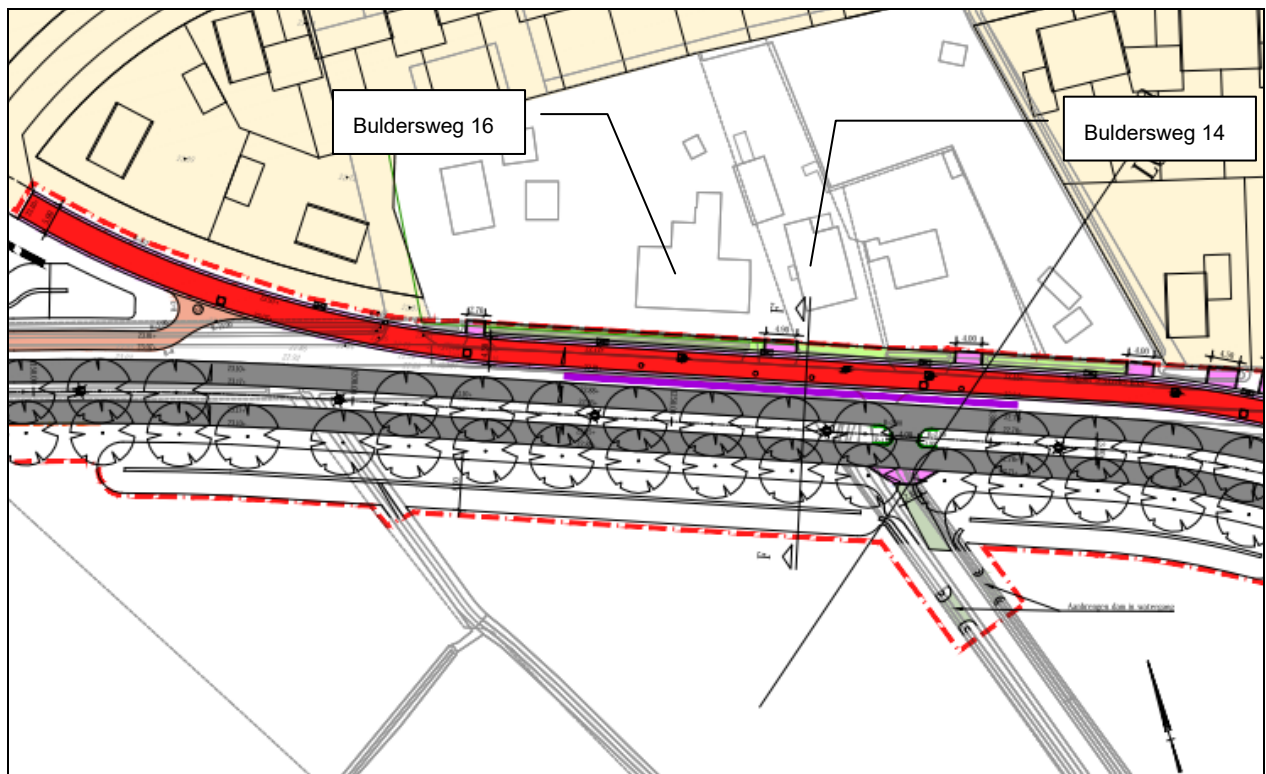
Bijlage III-1 Meetresultaten Buldersweg 14

Bijlage IV

Bijlage IV-1 Rekenresultaten VP drempel

1 Inleiding

Ter plaatse van de Buldersweg te Heeze is een nieuwe randweg voorzien. Deze randweg ligt op korte afstand van een tweetal woningen: Buldersweg 14 en 16. Figuur 1.1 toont de situatie.



Figuur 1.1: Situatie nieuwe randweg ten zuiden van de woningen Buldersweg 14 en 16

Volgend op een tussenuitspraak van de Raad van State inzake de bestemmingsplanprocedure is door DPA Cauberg-Huygen een trillingsonderzoek uitgevoerd. Hierbij is een prognose opgesteld van de trillingssterkte in de bestaande woningen aan de Buldersweg als gevolg van het zware verkeer over de nieuwe randweg.

Ten behoeve van het onderzoek zijn trillingsmetingen uitgevoerd en is een prognose opgesteld door middel van een berekening. De berekende trillingssterkte is getoetst aan de streefwaarden uit SBR richtlijn B.

In hoofdstuk 2 zijn de onderzoeksopzet en de uitgangspunten opgenomen. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van de metingen terwijl hoofdstuk 4 de resultaten van de prognose geeft. De conclusies en samenvatting van het onderzoek zijn opgenomen in hoofdstuk 5.

2 Opzet onderzoek en uitgangspunten

2.1 Opzet onderzoek

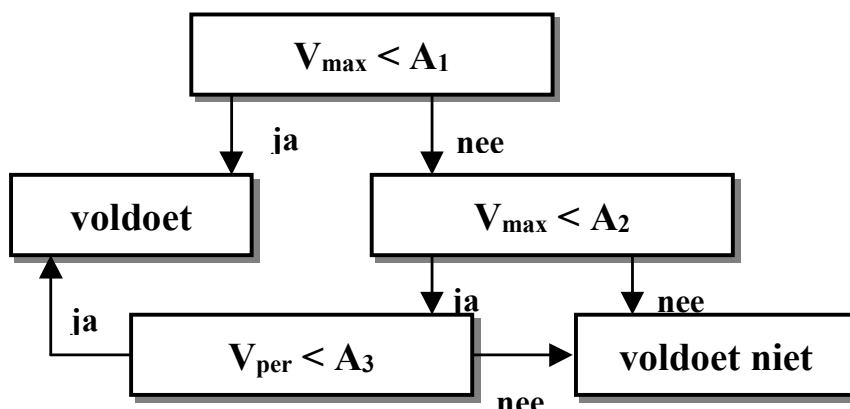
In het onderzoek is door middel van trillingsmetingen in de bestaande situatie de overdracht van verkeerstrillingen tot in de woningen gemeten. Deze situatie is vertaald in een rekenmodel waarmee de gemeten situatie zo goed mogelijk is gesimuleerd. Vervolgens is het rekenmodel aangepast voor de nieuwe situatie. De aanpassingen hebben betrekking op de afstand van de weg tot de woning, de vlakheid van de weg, de dikte van de wegfundering en de rijsnelheid van het verkeer.

In de bestaande situatie heeft een zware vrachtwagen een aantal passages uitgevoerd langs de woning en is de trillingssterkte in de woning en buiten op maaiveld gemeten. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van de trillingsmetingen.

Iedere prognose kent een mate van onzekerheid. Daarom is bij de prognose rekening gehouden met een overschrijdingskans. Dit is de kans dat de trillingssterkte in de praktijk hoger zal zijn dan de voorspelde trillingssterkte. Voor de berekening van de trillingssterkte is gebruik gemaakt van het door TNO ontwikkelde programma VP drempel. De prognoseresultaten zijn opgenomen in hoofdstuk 4.

2.2 Toetsingswaarden

Voor de beoordeling is gebruik gemaakt van SBR richtlijn B uit 2006. Deze richtlijn is algemeen geaccepteerd om de kans op hinder te beoordelen. De beoordeling vindt plaats op basis van twee parameters: V_{max} en V_{per} . De parameter V_{max} staat voor de maximale gewogen trillingsnelheid binnen een beoordelingsperiode (dag, avond en nacht). Parameter V_{per} staat voor de gemiddelde trillingsnelheid over een beoordelingsperiode. V_{max} (en eventueel V_{per}) worden op basis van metingen vastgesteld en vervolgens getoetst. De toetsing vindt plaats op basis van navolgend schema (figuur 2.1).



Figuur 2.1: Toetsingsschema SBR richtlijn B, hinder voor personen

Uit het schema volgt dat V_{max} eerst getoetst wordt aan A_1 en A_2 alvorens V_{per} wordt bepaald en getoetst aan A_3 .

De toetsingswaarden voor A_1 , A_2 en A_3 zijn afhankelijk van de functie van een bouwwerk, het type trilling, de situatie en het tijdstip waarop de trillingen voorkomen.

De functie van het bouwwerk is woning. De trillingen zijn afkomstig van wegverkeer en worden daarom geclassificeerd als herhaald voorkomend. De trillingen komen zowel in de dag- (07.00-19.00 uur), avond- (19.00-23.00 uur) als in de nachtperiode (23.00-07.00 uur) voor.

De voorliggende situatie betreft een nieuwe situatie. Er ligt weliswaar al een bestaande weg (de Buldersweg) maar die is niet geschikt voor het zware verkeer dat in de toekomst van de randweg gebruik zal maken. De Buldersweg wordt nu alleen gebruikt door lokaal verkeer. Figuur 2.2 toont de situatie.



Figuur 2.2: Blik op de bestaande Buldersweg met links woning nummer 16

Omdat sprake is van een nieuwe weg waar een nieuwe bron gebruik van gaat maken, is voor de toetsingswaarden gekozen voor de nieuwe situatie. In tabel 2.1 zijn de streefwaarden voor V_{\max} en V_{per} voor de nieuwe situatie conform SBR richtlijn B opgenomen.

Tabel 2.1: Streefwaarden hinder voor een nieuwe situatie V_{\max} en V_{per}

Gebouwfunctie	Dag-/avondperiode			Nachtperiode		
	A_1	A_2	A_3	A_1	A_2	A_3
Woning	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

3 Trillingsmetingen

3.1 Algemeen

De trillingsmetingen zijn uitgevoerd op 30 januari 2018 in de woningen Buldersweg 14 en 16.

Voor de metingen is gebruik gemaakt van de volgende meetapparatuur:

- 1 maal Syscom Red Box type MR3000C met 3D trillingsopnemer (trillingssnelheid);
- 2 maal Syscom Red Box type MR2002CE met 3D trillingsopnemer (trillingssnelheid).

Als bron is gebruik gemaakt van een ingehuurd vrachtwagen met een totaal gewicht van 38.600 kg. De weegbon is opgenomen in bijlage I. Figuur 3.1 toont de vrachtwagen.

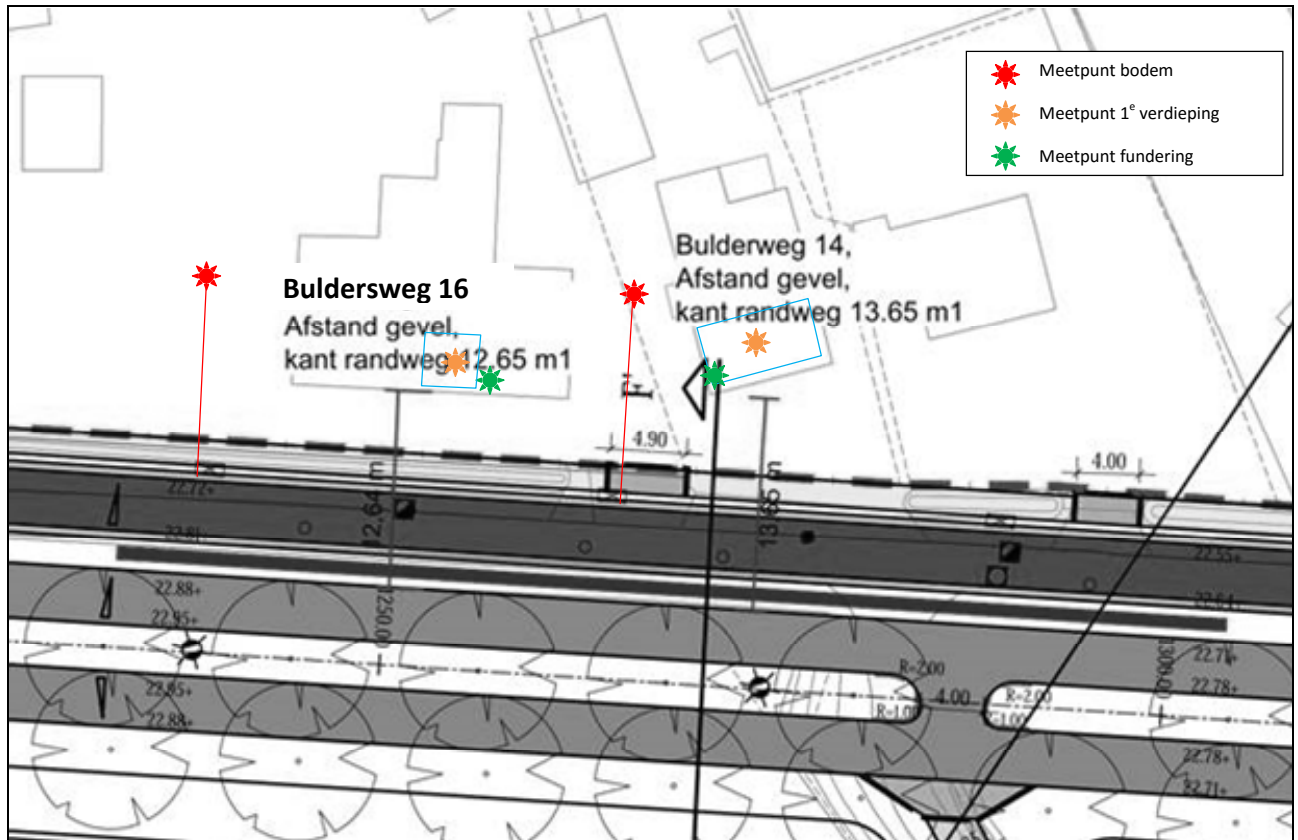


Figuur 3.1: Gebruikte vrachtwagen als trillingsbron met bijna 39 ton totaal gewicht

De vrachtwagen heeft per woning 20 passages uitgevoerd. Van elke passage is de trillingssterkte gemeten. De rijnsnelheid van de vrachtwagen bedroeg 40 km/uur vooruit en circa 20 km/uur achteruit. De passages achteruit zijn wel gemeten maar niet meegenomen in de prognose omdat ze niet maatgevend zijn en in de toekomst zal er geen verkeer achteruit over de randweg langs de woning rijden.

3.2 Meetpunten

De meetposities voor beide woningen zijn weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2: Meetposities

Buldersweg 16

De woning Buldersweg 16 bestaat uit twee delen. Een oudbouwdeel dat is gebouwd rond 1930 en een nieuwbouwdeel dat gebouwd is in 1983. Het nieuwbouwdeel heeft een logiesfunctie en het oudbouwdeel een woonfunctie. De trillingsmetingen zijn uitgevoerd in het oude deel van het gebouw.

Het gebouw is gefundeerd op staal. De begane grond bestaat uit een stenen vloer. Op de verdieping ligt een houten vloer op houten balken. Het meetpunt is gekozen in het midden van de slaapkamer aan de voorzijde. Figuur 3.3 toont een aanzicht van de woning.



Figuur 3.3: Aanzicht woning Buldersweg 16

Buldersweg 14

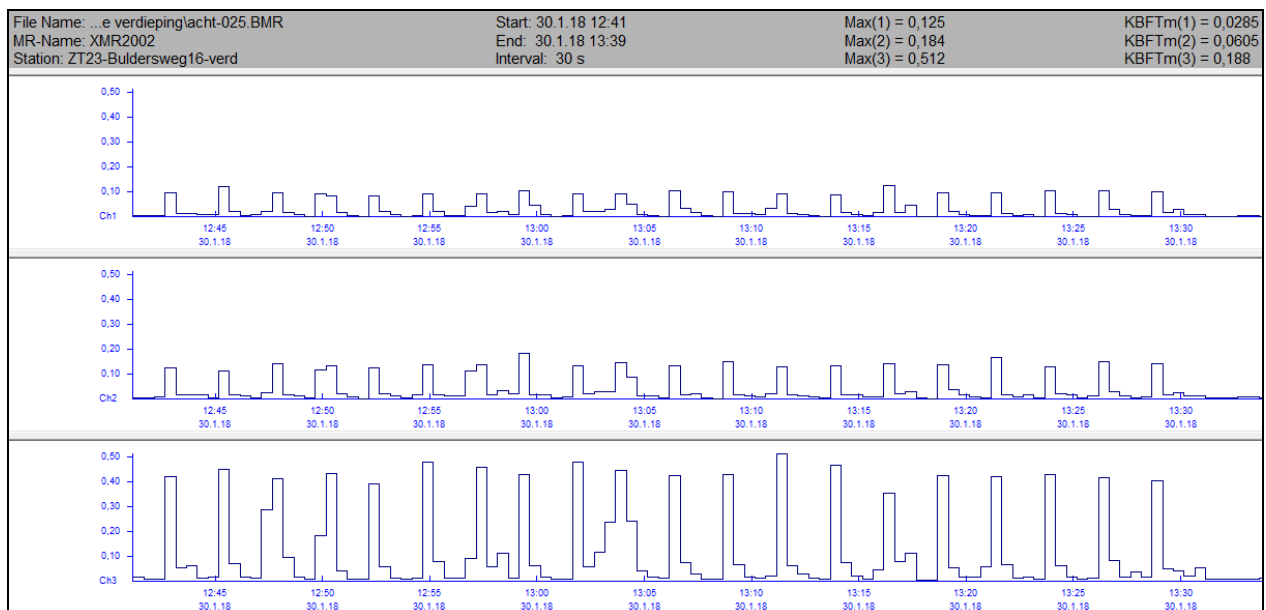
De woning Buldersweg 14 is gebouwd in 2006 en gefundeerd op palen. Het meetpunt op de verdiepingvloer is gekozen in de grote slaapkamer aan de voorzijde in het midden van de vloer. De vloer bestaat uit een betonnen draagconstructie met laminaat. Figuur 3.4 toont een aanzicht van de woning.



Figuur 3.4: Aanzicht woning Buldersweg 14

3.3 Meetresultaat Buldersweg 16

De meetresultaten voor de slaapkamer Buldersweg 16 zijn weergegeven in figuur 3.5. Weergegeven is de voortschrijdende effectieve trillingssterkte per periode van 30 seconden ($v_{\text{effmax},30,i}$). De bovenste grafiek geeft de trillingssterkte in horizontale richting evenwijdig aan de weg, de middelste grafiek laat de trillingssterkte in horizontale richting dwars op de weg zien en de onderste grafiek toont de verticale trillingssterkte. Elke piek geeft de trillingssterkte van een passage weer. In bijlage II zijn ook de meetresultaten voor de andere meetpunten opgenomen.

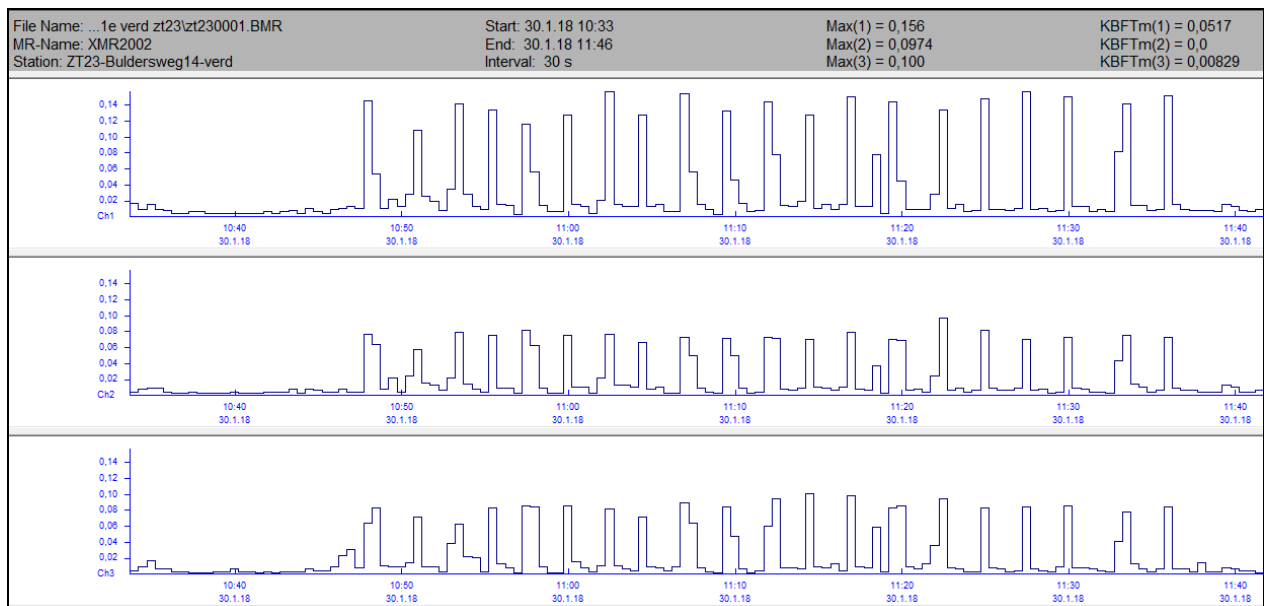


Figuur 3.5: Verloop $v_{\text{effmax},30,i}$ voor meetpunt slaapkamer 1e verdieping Buldersweg 16

Uit figuur 3.5 volgt dat de 20 passages duidelijk herkenbaar zijn en dat de verticale trillingssterkte maatgevend is. Op basis van de metingen bedraagt V_{max} in de slaapkamer 0,51. De afstand tussen de woning en de bestaande Buldersweg bedraagt circa 7 meter.

3.4 Meetresultaat Buldersweg 14

De meetresultaten voor de slaapkamer Buldersweg 14 zijn weergegeven in figuur 3.6. Weergegeven is de voortschrijdende effectieve trillingssterkte per periode van 30 seconden ($v_{\text{effmax},30,i}$). Elke piek geeft de trillingssterkte van een passage weer. In bijlage III zijn ook de meetresultaten voor de andere meetpunten opgenomen.



Figuur 3.6: Verloop $V_{\text{effmax},30,i}$ voor meetpunt slaapkamer 1e verdieping Buldersweg 14

Figuur 3.6 maakt duidelijk dat de horizontale trillingsrichting evenwijdig aan de weg maatgevend is voor de trillingssterkte in de ruimte. V_{max} bedraagt 0,16. De afstand tussen de woning en de bestaande Buldersweg bedraagt 8 meter.

Het verschil in trillingssterkte tussen beide woningen wordt niet veroorzaakt door het verschil in afstand maar door het verschil in vloer. De houten vloer komt makkelijker in trilling dan de betonnen vloer. Uit bijlage II en III blijkt dat voor beide woningen de trillingssterkte op begane grondniveau rond 0,12 bedraagt. De aanstoting van beide woningen vanuit de bodem is dus ongeveer gelijk.

4 Prognose

4.1 Algemeen

Ten behoeve van de prognose is eerst de bestaande situatie door middel van een rekenmodel in beeld gebracht. Hierbij zijn de invoergegevens zodanig gekozen dat de berekende trillingssterkte zo goed mogelijk overeenkomt met de gemeten trillingssterkte.

Daarna is een aantal parameters aangepast aan de nieuwe situatie. Het gaat hierbij om:

- verhoging van de rijksnelheid van 40 km/uur (bij de metingen) naar 50 km/uur (toegestaan op de toekomstige randweg);
- vergroting van de afstand. In de bestaande situatie bedraagt de afstand 7 en 8 meter voor de Buldersweg 16 en 14. In de nieuwe situatie wordt dit 13 en 14 meter;
- aanpassing van de wegvlakheid. In de bestaande situatie is gekozen voor “zeer goed” gezien de toestand van het wegdek. Voor de nieuwe randweg is uitgegaan van “geen oneffenheid”.

De fundering van de nieuwe randweg zal waarschijnlijk dikker zijn dan die van de bestaande weg maar binnen de invoergegevens van het rekenmodel kan geen fundering met een kleinere dikte dan 0,25 meter worden ingevoerd. Dit is ook de dikte van de fundering voor de nieuwe randweg. De dikte van de fundering is voor de prognose daarom niet aangepast.

De berekening is uitgevoerd met het programma VPdrempel. Om de invloed van de drempel op de trillingssterkte te voorkomen, is gekozen voor een drempel met op- en afritten van 10 meter lang en een hoogte van 0,01 meter.

Als overschrijdingskans is uitgegaan van 1%. Dit betekent dat de berekende trillingssterkte wordt vermenigvuldigd met een factor die overeenkomt met een kans van 1% dat in werkelijkheid de trillingssterkte hoger is dan is berekend.

De prognose is uitgevoerd voor de woning Buldersweg 16 omdat in deze woning de hoogste trillingssterkte is gemeten.

4.2 Berekening trillingssterkte gemeten situatie Buldersweg 16

In het programma VPdrempel zijn de volgende gegevens ingevoerd om de bestaande situatie zo nauwkeurig mogelijk te benaderen. Deze gegevens hoeven niet overeen te komen met de werkelijkheid.

Type vrachtauto:	2 – assig, gewicht 20 ton
Rijsnelheid:	40 km/uur
Dikte wegfundering:	0,25 m
Wegvlakheid:	zeer goed
Afstand tot de weg:	7 m
Bodemtype:	Eindhoven
Fundering woning:	geen palen
Stijfheid woning:	laag
Vloer:	hout
Overspanning:	5 m
Overschrijdingskans:	1%

Met bovenstaande gegevens wordt een V_{\max} berekend van 0,53. In bijlage IV is de berekening bijgevoegd. Gemeten is een V_{\max} van 0,51. De berekende trillingssterkte met het model sluit daarbij goed aan op de gemeten situatie. Het rekenmodel voor de bestaande situatie is daarom gebruikt voor de prognose van de trillingssterkte voor de nieuwe situatie.

4.3 Prognose nieuwe randweg Buldersweg 16

Ten behoeve van de prognose zijn de volgende invoergegevens aangepast:

Wegvlakheid: geen oneffenheid
 Afstand woning tot de weg: van 7 m naar 13 m (dichtstbij gelegen rijbaan)
 Snelheid vrachtauto: van 40 km/uur naar 50 km/uur

De overige gegevens zijn gelijk gehouden.

Op basis van bovenstaande gegevens is V_{\max} opnieuw berekend. De waarde voor V_{\max} bedraagt **0,24**. Bijlage IV toont de rekenresultaten.

Voor de ver afgelegen rijbaan is de afstand voor de woning nogmaals vergroot tot 19 m. De waarde voor V_{\max} bedraagt voor deze rijbaan **0,12**. Bijlage IV toont de berekening.

4.4 Beoordeling trillingssterkte V_{\max} prognose Buldersweg 16

De beoordeling van V_{\max} is uitgevoerd op basis van de nachtperiode omdat deze periode de strengste toetsingswaarden heeft en het vrachtverkeer in alle periodes kan rijden. Tabel 4.1 toont het resultaat. Voor beide prognoseresultaten is een toetsing aan A_1 (onderste streefwaarde) en A_2 (bovenste streefwaarde) uitgevoerd.

Tabel 4.1: Beoordeling trillingssterkte V_{\max} voor de Buldersweg 16

Rijbaan (afstand in m)	V_{\max} Buldersweg 16 [-]	A_1 (alle perioden) = 0,1	A_2 nachtperiode = 0,2
Dichtstbij (13)	0,24	Voldoet niet	Voldoet niet
Veraf (19)	0,12	Voldoet niet	Voldoet

Voor de dichtstbij gelegen rijbaan geldt dat noch aan de streefwaarde A_1 nog aan A_2 wordt voldaan. Dit betekent dat zonder aanvullende maatregelen de trillingssterkte na realisatie van de randweg niet zal voldoen aan de streefwaarden uit SBR richtlijn B. Vanwege deze overschrijding is onderzocht wat het effect van maatregelen kan zijn. Paragraaf 4.6 gaat hier op in.

Voor de veraf gelegen rijbaan voldoet V_{\max} niet aan A_1 maar wel aan A_2 . Dit betekent dat de gemiddelde trillingssterkte V_{per} dient te worden berekend en te worden getoetst aan A_3 . De berekening van V_{per} is opgenomen in paragraaf 4.5.

4.5 Berekening V_{per} veraf gelegen rijbaan

Voor de berekening van V_{per} is alleen de intensiteit van het zware verkeer van belang. De overige voertuigen leveren geen relevante trillingsbijdrage vanwege hun beperkte massa. Op basis van het akoestisch onderzoek van $K+^1$ is uitgegaan van de volgende verkeersintensiteiten:

Tabel 2.2: Overzicht verkeersgegevens toekomstige situatie met Randweg (2030).

Weg	Etmaal-intensiteit	Periode verdeling			Voertuigverdeling			Wegdek-type
		D	A	N	Qlv	Qmv	Qzv	
Buldersweg (wv2)	3542	6,19	3,59	0,59	87,90	7,01	5,09	1
Randweg (wv3)	3280	6,19	3,59	0,59	87,90	7,01	5,09	1
Oudenmolen (wv4)	2541	6,19	3,59	0,59	86,34	7,60	6,06	1
Muggenberg (wv5)	3378	6,19	3,59	0,59	86,15	7,67	6,19	1
Muggenberg (wv9)	4928	6,19	3,59	0,59	90,38	5,22	4,40	1
Muggenberg (wv10)	5673	6,19	3,59	0,59	88,98	6,13	4,88	1
Muggenberg (wv11)	6811	6,19	3,59	0,59	89,83	5,61	4,57	1

Periode verdeling: uuraandeel voor respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode in procenten van de etmaalintensiteit.

Qlv: aandeel lichte motorvoertuigen voor respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode in procenten.

Qmv: aandeel middelzware motorvoertuigen voor respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode in procenten.

Qzv: aandeel zware motorvoertuigen voor respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode in procenten.

Wegdek type: type 1: dicht asfaltbeton (dab = referentie wegdek RMV 2012).

Dit leidt voor het vrachtverkeer tot de volgende (afgeronde) aantallen per periode (altijd afgerond naar boven):

Dag: 134

Avond: 26

Nacht: 9

Verder is ervan uitgegaan dat al deze vrachtwagens een V_{max} van 0,12 veroorzaken en allemaal over de veraf gelegen rijbaan rijden. Op basis van de rekenmethode van V_{per} uit SBR richtlijn B bedraagt V_{per} dan:

Dag: 0,04

Avond: 0,03

Nacht: 0,01

Daarmee voldoet V_{per} in alle perioden aan de streefwaarde A_3 van 0,05 en daarmee aan SBR richtlijn B.

4.6 Maatregelen

Binnen de voorwaarden van het ontwerp van de nieuwe randweg is de verzwaring van de fundering van de weg een maatregel om de trillingsmissie te beperken. Het effect van deze verzwaring is weergegeven in tabel 4.2. Er is een aanvullende berekening uitgevoerd voor een dikte van 0,5 en 1,0 m.

¹ Rapport M13 338.403 d.d. 23 maart 2016

Tabel 4.2: Effect verzwaring funderingsdikte

Dikte fundering	V_{\max} Buldersweg 16 [-]
0,25 m	0,24
0,50 m	0,22
1,00 m	0,07

Op basis van tabel 4.2 blijkt dat met een funderingsdikte van 1 m V_{\max} reduceert tot 0,07 en daarmee voldoet aan de onderste streefwaarde A_1 . Een beoordeling van V_{per} is dan niet meer nodig.

De rekenprogrammatuur kan geen andere diktes van de fundering verwerken dan de diktes uit tabel 4.2. Op basis van tabel 4.2 is echter de verwachting dat met een dikte van 0,75 m V_{\max} ook kleiner is dan A_2 . Daarmee voldoet V_{\max} aan de streefwaarde A_2 maar niet aan A_1 en dient V_{per} te worden berekend om te worden getoetst aan A_3 . Hierbij dient ook rekening te worden gehouden met de bijdrage van de andere rijbaan.

Voor deze berekening is ervan uitgegaan dat de intensiteit van het vrachtverkeer gelijk verdeeld wordt over beide rijstroken. Voor de dichtstbij gelegen rijbaan is uitgegaan van een V_{\max} van 0,19 als worst case uitgaande van een fundering met een dikte van 0,75 m. Dit leidt tot de berekening van V_{per} zoals weergegeven in tabel 4.3. Per rijbaan is het aantal vrachtauto's weergegeven, de berekende waarde van V_{\max} en de daaruit berekende waarde voor V_{per} .

Tabel 4.3: Berekening V_{per} na verzwaring fundering onder dichtstbij gelegen rijstrook

Rijbaan	Vrw dag	Vrw avo	Vrw Nac	V_{\max}	V_{per} dag	V_{per} avo	V_{per} nac
veraf	67	13	4,5	0,123	0,027	0,020	0,008
dichtbij	67	13	4,5	0,19	0,041	0,031	0,013
V_{per} totaal					0,049	0,037	0,015

Uit tabel 4.3 volgt dat zelfs als V_{\max} ten gevolge van de dichtstbij gelegen rijbaan maar net voldoet aan de streefwaarde A_2 , V_{per} in alle perioden voldoet.

De verzwaring van de fundering is alleen nodig voor de rijbaan het dichtst bij de woningen aan de Buldersweg over een lengte langs de woning Buldersweg 16.

4.7 Overige woningen

Voor Buldersweg 14 bedraagt de trillingssterkte V_{\max} in de gemeten situatie 0,15. Door vergroting van de afstand zal de trillingssterkte V_{\max} afnemen tot onder een waarde 0,1 en daarmee voldoen aan de onderste streefwaarde A_1 . Een beoordeling van V_{per} is dan niet meer nodig.

Voor de woning Buldersweg 12 is geen meting uitgevoerd maar de woning ligt op 18 meter van de weg en bestaat uit 1 woonlaag waardoor er geen of weinig versterking van de trillingen op vloerniveau zal optreden. Uit de metingen blijkt dat op funderingsniveau in de huidige situatie de trillingssterkte V_{\max} op 7 tot 8 meter afstand rond 0,12 bedraagt. De vergroting van de afstand tot 18 meter zorgt ervoor dat de trillingssterkte

V_{\max} lager zal zijn dan 0,1 en voldoet aan de onderste streefwaarde A_1 . Een beoordeling van V_{per} is dan niet meer nodig.

4.8 Fietsstraat

Tussen de bestaande woningen aan de Buldersweg en de randweg wordt een fietsstraat aangelegd die gebruikt wordt door fietsers en lokaal licht verkeer. Zwaar verkeer zal nauwelijks gebruik maken van de fietsstraat, hooguit de vuilnisauto. De rijnsnelheid is daarbij laag zodat sprake zal zijn van een beperkte trillingsmissie waardoor de trillingssterkte in de woningen zal voldoen aan de streefwaarden uit SBR richtlijn B.

5 Conclusie en samenvatting

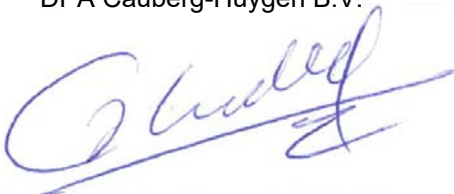
Volgend op een tussenuitspraak van de Raad van State inzake de procedure voor het bestemmingsplan De Bulders / Randweg Heeze is een trillingsonderzoek uitgevoerd waarin de trillingssterkte ten gevolge van het zware verkeer over de nieuwe randweg is geprognosticeerd voor de bestaande woningen langs de Buldersweg. Hiertoe zijn trillingsmetingen uitgevoerd in de bestaande situatie en is door middel van een empirisch rekenmodel een prognose opgesteld voor de toekomstige situatie.

Het trillingsonderzoek leidt tot de volgende conclusies:

1. De woning Buldersweg 16 is maatgevend voor de beoordeling van de trillingssterkte door de ligging en de opbouw van de woning.
2. De berekende trillingssterkte V_{\max} als gevolg van het vrachtverkeer over de nieuwe randweg bedraagt 0,24.
3. Deze trillingssterkte voldoet niet aan de streefwaarde A_2 (0,2) uit de SBR richtlijn B in de nachtperiode.
4. Door de fundering van de rijstrook gelegen op kortste afstand van de woningen te verzwaren, neemt V_{\max} af tot onder de waarde 0,2.
5. De gemiddelde trillingssterkte V_{per} voldoet met deze maatregel ook aan de streefwaarde A_3 .

Door de fundering van de randweg plaatselijk te verzwaren voldoet de trillingssterkte in de woningen aan de Buldersweg aan de streefwaarden uit SBR richtlijn B.

DPA Cauberg-Huygen B.V.



C.J. Ostendorf
Senior Adviseur

Bijlagen

Bijlage I

Bijlage I-1 Weegbon

van Berkel

Bouwstoffen & Transport

WEEGBON EH079512

| Weeglocatie: VB Eindhoven

Datum / Tijd : 30-01-2018 07:09
Kenteken : BX-BP-60
Vervoerder : BERK0039 Van Berkel Bouwstoffen & Transport BV
Klant : MOUW0001 Mouwrik Waardenburg BV
Rekeningnemer : Mouwrik Waardenburg BV

Artikel : 822004 - Menggranulaat 0/31,5
Werkorder : 50-180445
:
:
:
:

Weegrichting : uitgaand
Vol gewicht : 38.620 kg (W)
Leeg gewicht : 16.400 kg (T)
Netto gewicht : 22.220 kg

Granulaat onder:
KOMO®-certificaatnummer: BG-086
NL-BSB®-certificaatnummer: BG-286
zie website voor actuele DoP verklaring
www.bouwstoffencentrum.eu/nl/over/certificaten/



Van Berkel Bouwstoffen & Transport B.V.
Park Forum 1344
5657 HM Eindhoven
Bedrijvsnr. 6176

t +31 (0) 40 251 04 14
e info@vanberkelgroep.eu
i www.vanberkelgroep.eu
KuK 51600161

IBAN NL68 RABO 0157 7817 47
BIC RABONL2U
Grek NL49 RABO 0991 1949 34
BTW 850091615801

Op al onze mededelingen, aanbiedingen, overeenkomsten, leveringen en werkzaamheden zijn de voorwaarden van toepassing welke zijn gedeponeerd bij de kamer van koophandel Eindhoven / Zuid-Oost Brabant onder nummer 4041/95. De voorwaarden kunt u raadplegen op www.vanberkelgroep.eu.

Bijlage II
Bijlage II-1 Meetresultaten Buldersweg 16

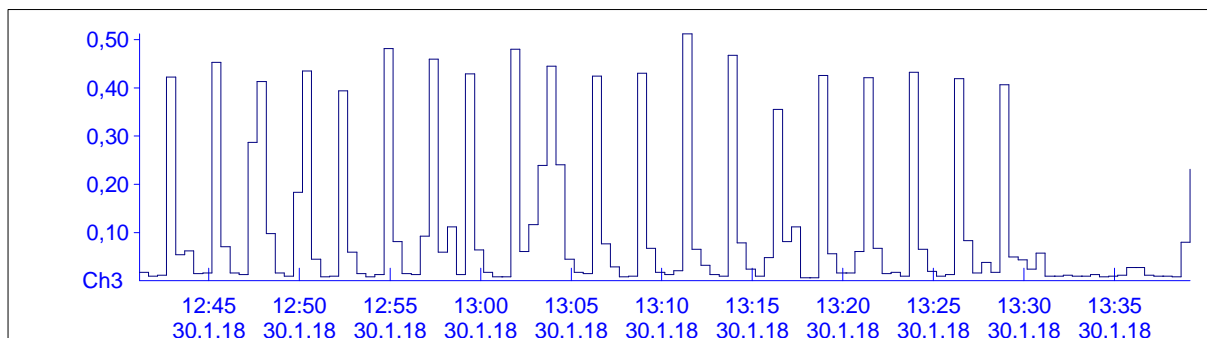
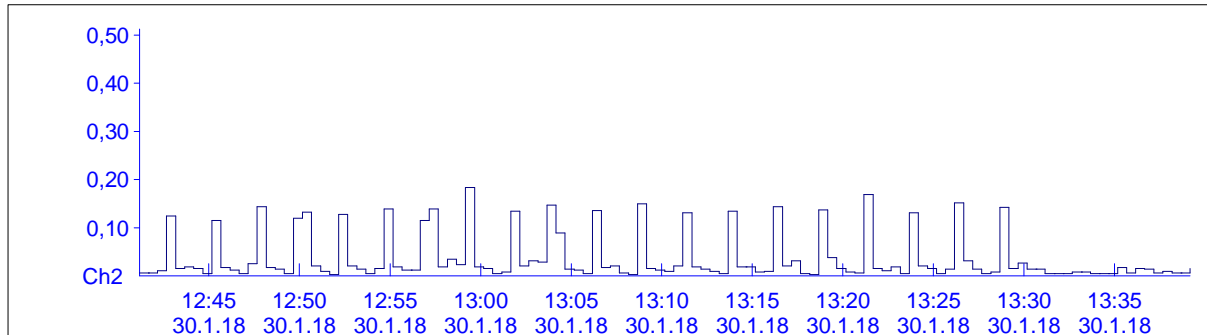
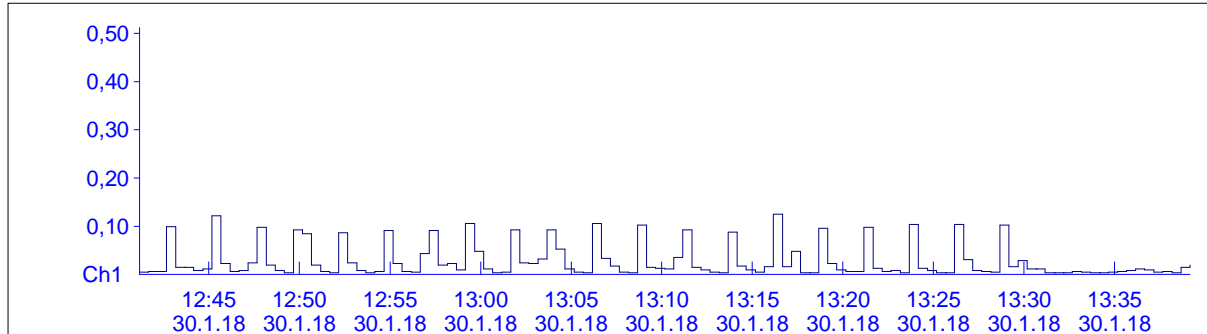
MR2002 - Vibration Data Evaluation



File Name: ...e verdiepinglucht-025.BMR
MR-Name: XMR2002
Station: ZT23-Buldersweg16-verd

Start: 30.1.18 12:41
End: 30.1.18 13:39
Interval: 30 s

Max (1): 0,125
Max (2): 0,184
Max (3): 0,512
KBFTm (1): 0,0285
KBFTm (2): 0,0605
KBFTm (3): 0,188



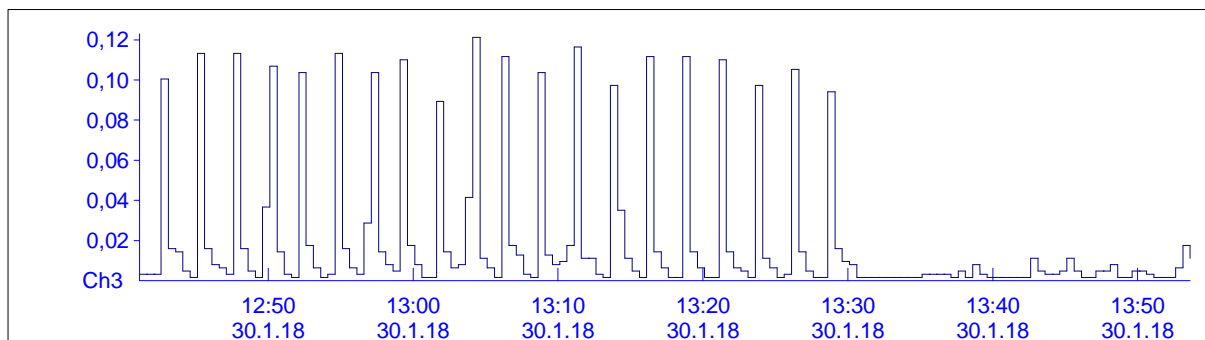
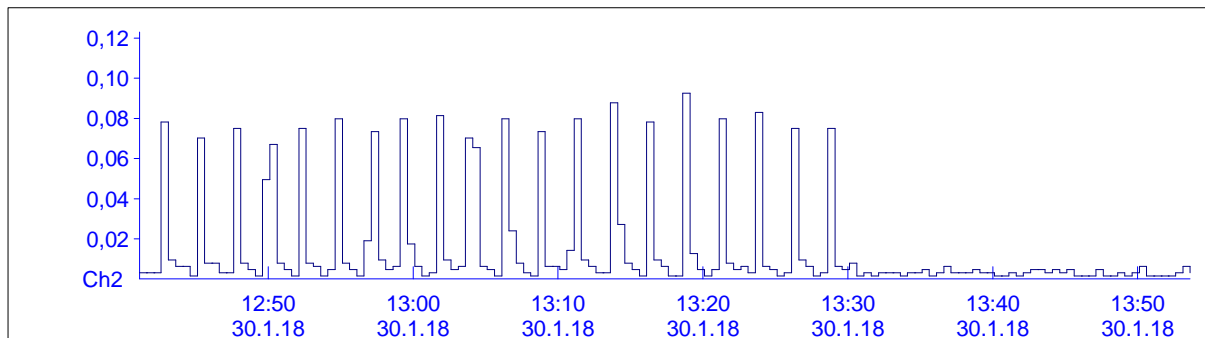
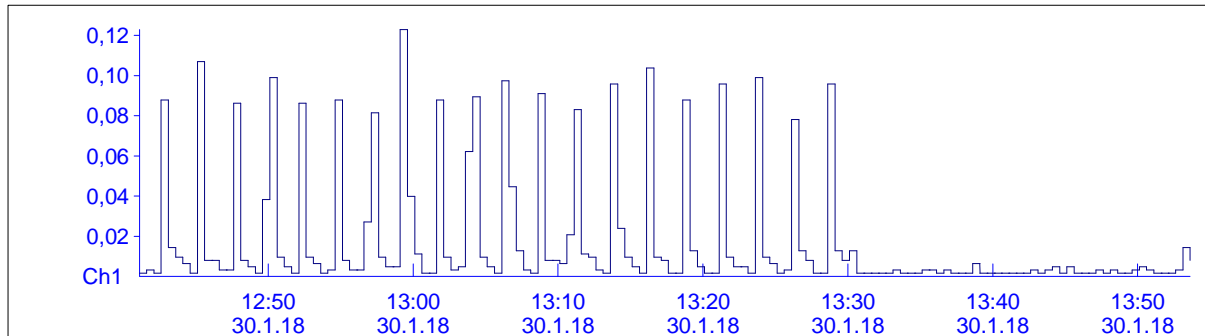
Verloop veffmax,30,i ten gevolge van de vrachtwagenpassages langs Buldersweg 16, verdieping.

Kanaal 1: horizontaal evenwijdig aan de weg
Kanaal 2: horizontaal dwars op de weg
Kanaal 3: verticaal

MR2002 - Vibration Data Evaluation



File Name: ...ersweg 16\BG\ZT21-029.BMR	Start: 30.1.18 12:41	Max (1): 0,123
MR-Name: XMR2002	End: 30.1.18 13:53	Max (2): 0,0926
Station: ZT21-buldersweg16-fund	Interval: 30 s	Max (3): 0,121
		KBFTm (1): 0,0160
		KBFTm (2): 0,0
		KBFTm (3): 0,0364



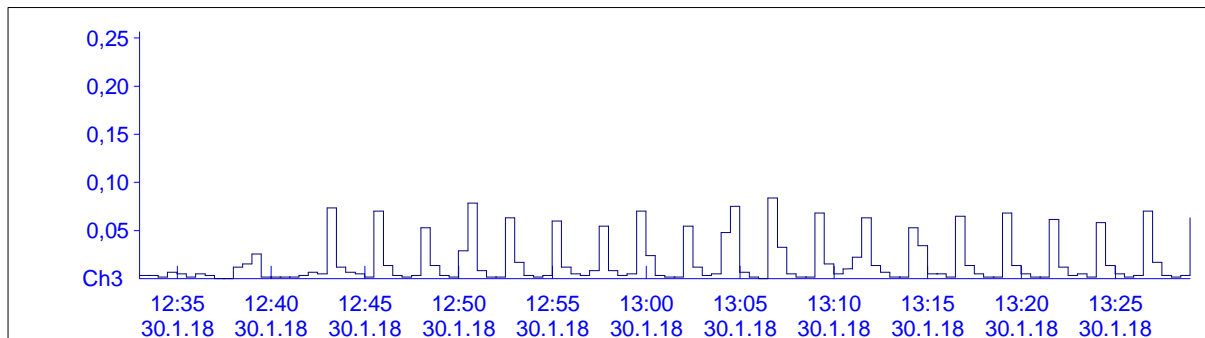
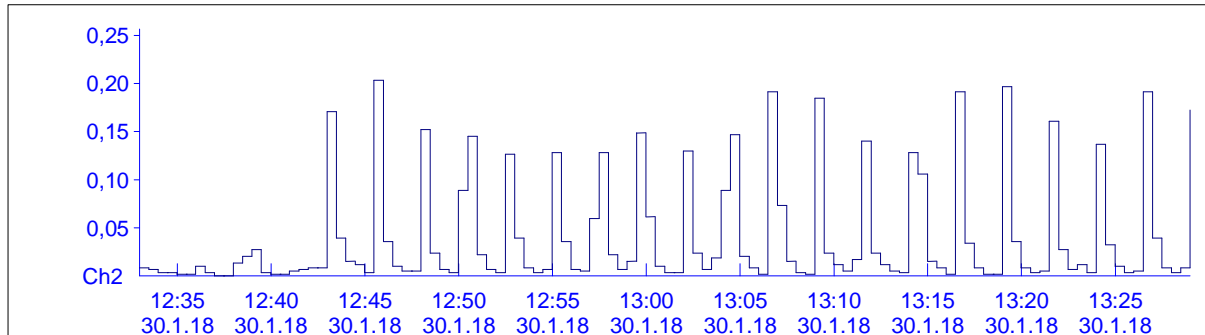
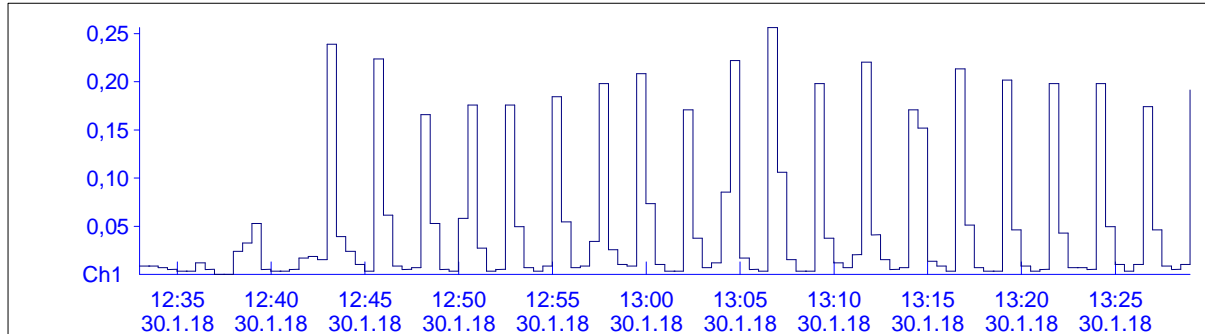
Verloop veffmax,30,i ten gevolge van de vrachtwagenpassages langs Buldersweg 16, begane grond fundering.

Kanaal 1: horizontaal evenwijdig aan de weg
Kanaal 2: horizontaal dwars op de weg
Kanaal 3: verticaal

MR2002 - Vibration Data Evaluation



File Name: ...n\background\18030002.BMR	Start: 30.1.18 12:32	Max (1): 0,256
MR-Name: XMR2002	End: 30.1.18 13:28	Max (2): 0,203
Station: MT33_buld_1265mmbuit-16280007	Interval: 30 s	Max (3): 0,0837
		KBFTm (1): 0,0863
		KBFTm (2): 0,0684
		KBFTm (3): 0,0



Verloop veffmax,30,i ten gevolge van de vrachtwagenpassages langs Buldersweg 16, maaiveld op 12,65m afstand van de weg.

Kanaal 1: horizontaal evenwijdig aan de weg

Kanaal 2: horizontaal dwars op de weg

Kanaal 3: verticaal

Bijlage III
Bijlage III-1 Meetresultaten Buldersweg 14

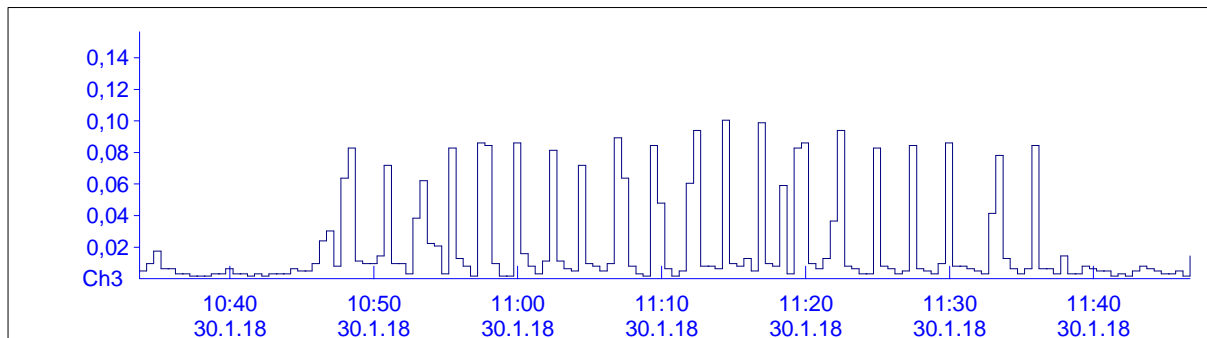
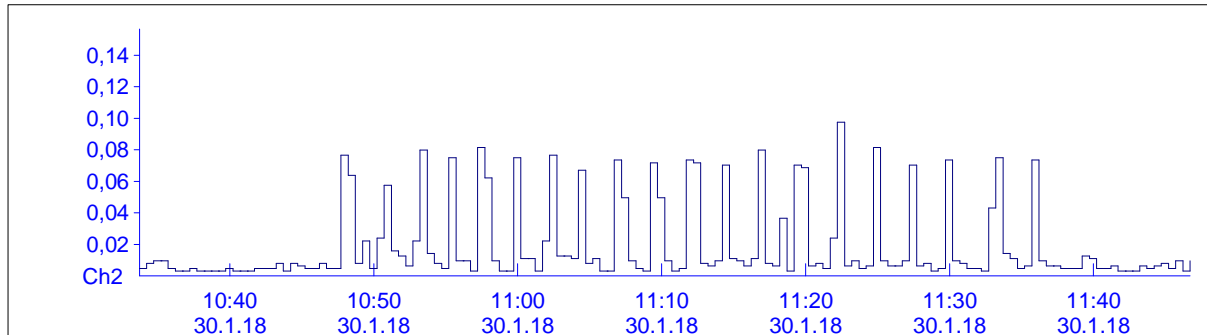
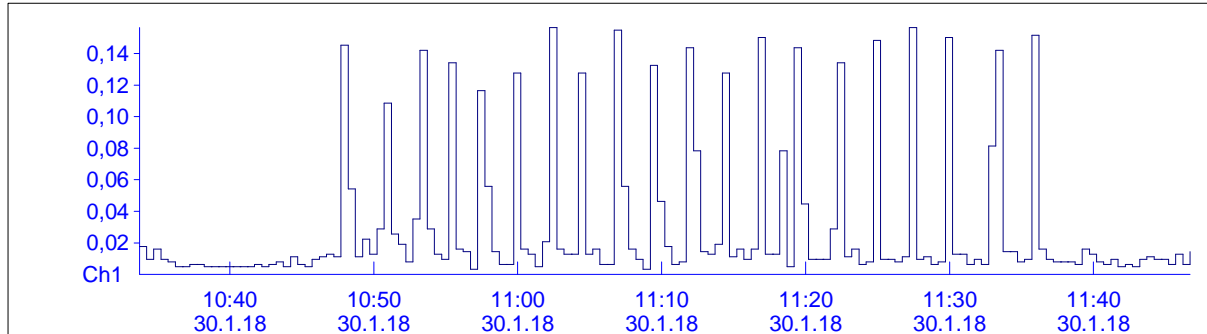
MR2002 - Vibration Data Evaluation



File Name: ...1e verd zt23\zt230001.BMR
MR-Name: XMR2002
Station: ZT23-Buldersweg14-verd

Start: 30.1.18 10:33
End: 30.1.18 11:46
Interval: 30 s

Max (1): 0,156
Max (2): 0,0974
Max (3): 0,100
KBFTm (1): 0,0517
KBFTm (2): 0,0
KBFTm (3): 0,00829



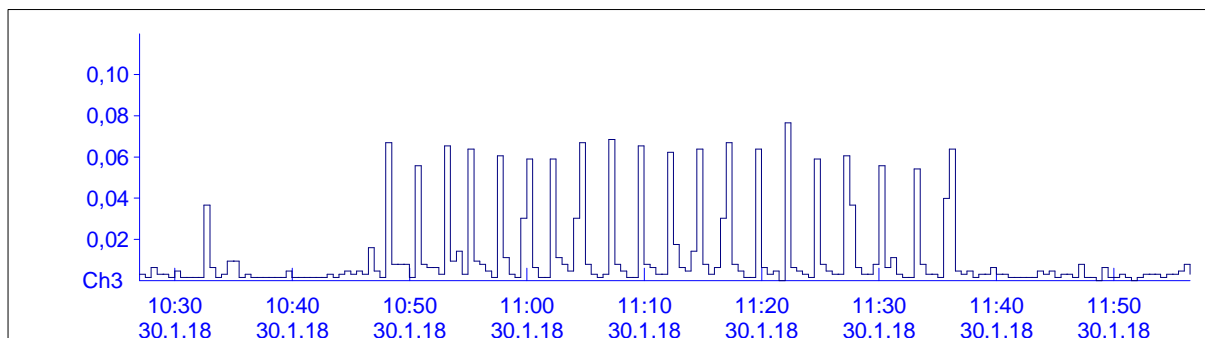
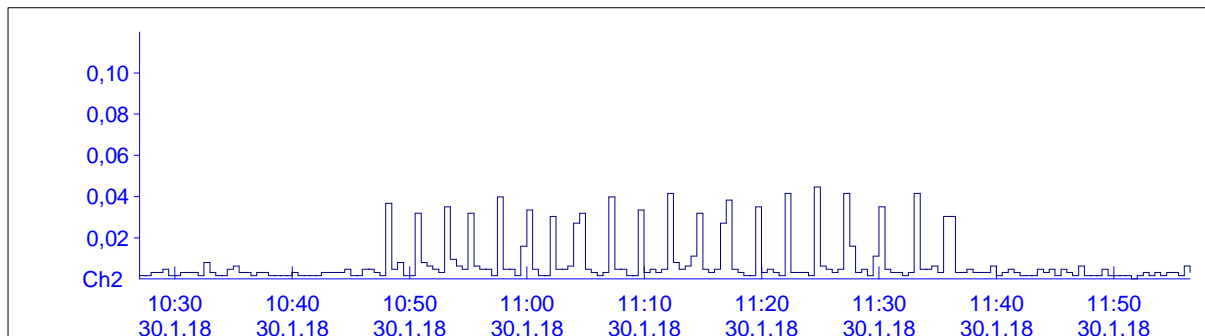
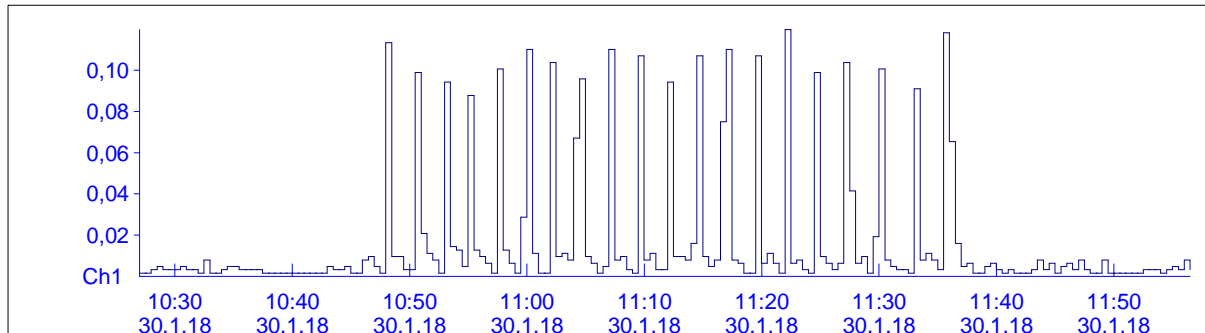
Verloop veffmax,30,i ten gevolge van de vrachtwagenpassages langs Buldersweg 14, 1e verdieping.

Kanaal 1: horizontaal evenwijdig aan de weg
Kanaal 2: horizontaal dwars op de weg
Kanaal 3: verticaal

MR2002 - Vibration Data Evaluation



File Name: ...g 14\BG zt21\ZT210001.BMR	Start: 30.1.18 10:26	Max (1): 0,120
MR-Name: XMR2002	End: 30.1.18 11:56	Max (2): 0,0447
Station: ZT21-buldersweg14-fund	Interval: 30 s	Max (3): 0,0766
		KBFTm (1): 0,0292
		KBFTm (2): 0,0
		KBFTm (3): 0,0

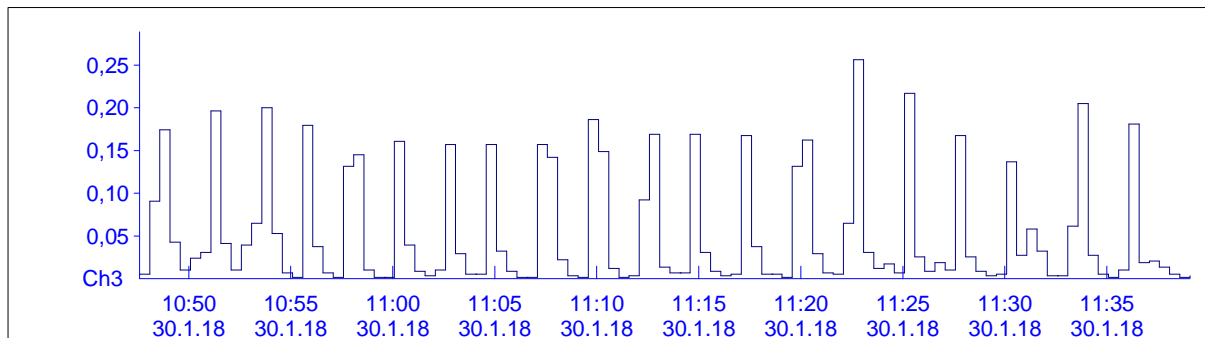
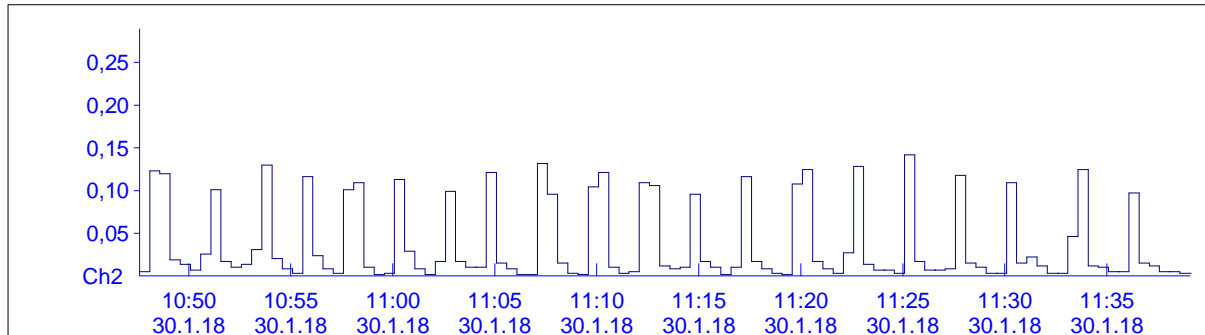
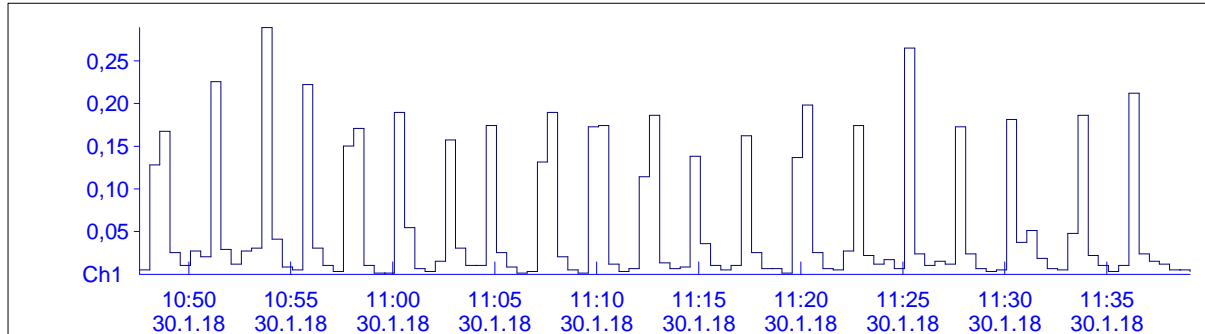


Verloop veffmax,30,i ten gevolge van de vrachtwagenpassages langs Buldersweg 14, fundering.

Kanaal 1: horizontaal evenwijdig aan de weg
Kanaal 2: horizontaal dwars op de weg
Kanaal 3: verticaal

MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...n\background\18030001.BMR	Start: 30.1.18 10:47	Max (1): 0,289
MR-Name: XMR2002	End: 30.1.18 11:39	Max (2): 0,142
Station: MT33_buld_1365m_buit-16280007	Interval: 30 s	Max (3): 0,256
		KBFTm (1): 0,0919
		KBFTm (2): 0,0541
		KBFTm (3): 0,0832



Verloop veffmax,30,i ten gevolge van de vrachtwagenpassages langs Buldersweg 14, maaiveld, 13,65m afstand van de weg.

Kanaal 1: horizontaal evenwijdig aan de weg

Kanaal 2: horizontaal dwars op de weg

Kanaal 3: verticaal

Bijlage IV
Bijlage IV-1 Rekenresultaten VP drempel

Programma : VP-Drempel
 Licentiehouder : Cauberg Huygen

Versie:2.01 1
 dd: 5/2/2018

Invoergegevens Bestaande gemeten situatie Buldersweg 16

Drempel hoogte 0.010 m
 lengte vorm

 oprit 10.000 m recht
 plateau 10.000 m
 afrit 0.010 m recht

Verkeersaanbod	voertuig	v km/h	aantal passages		
			dag	avond	nacht

	2-assig vrachtwagen 20t	40	100	20	10

Bodemprofiel Eindhoven
 wegvlakheid zeer goed
 Wegfundering dikte 0.25 m
 Afstand hart rijspoor tot gebouw 7 m

Gebouw diepte 10 m
 fundatie geen palen
 zettingsgevoelige fundatie
 stijfheid gebouw horizontaal laag
 verticaal laag
 vloeren hout
 vloer overspanning 5 m

Normering volgens de SBR Richtlijn A "schade aan gebouwen"
 gebouwcategorie 2 (metse/werk)

Beoordeling volgens SBR Richtlijn B hinder
 gebouwfunctie wonen
 Nieuwe situatie.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid is 1 %

Voorspelling van trillingen

Trillingshinder

Voor elk voertuig wordt, in combinatie met elke snelheid, de maximale verticale effectieve waarde (Veff,max) midden op het vloerveld berekend. Bovendien wordt, indien nodig, per periode v1 berekend.

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

	A1	A2	A3 (geldig voor vper)

Veff,max dag- en avondperiode :	0.10	0.40	0.05
Veff,max nachtperiode :	0.10	0.20	0.05

Er wordt voldaan aan de streefwaarden, als:
 - Veff,max in een ruimte kleiner is dan A1, of
 - Veff,max in een ruimte kleiner is dan A2, of
 - Vper kleiner is dan A3

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

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende

BW16_bestaand.txt

effectieve waarden van de trillingssnelheid $v_{eff,max}$ is 1 %
Factor horende bij deze overschrijdingskans: 2.5

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

voertuig	v km/h	$v_{eff,max}$ dag	avond	nacht
2-assig vrachtwagen 20t	40	0.534	0.534	0.534

→

Programma : VP-Drempel
 Licentiehouder : Cauberg Huygen

Versie:2.01 1
 dd: 5/2/2018

Invoergegevens Berekening trillingssterkte nieuwe situatie Buldersweg 16

Drempel hoogte 0.010 m
 lengte vorm

 oprit 10.000 m recht
 plateau 10.000 m
 afrit 0.010 m recht

Verkeersaanbod	voertuig	v km/h	aantal passages		
			dag	avond	nacht

	2-assig vrachtwagen 20t	50	100	20	10

Bodemprofiel Eindhoven
 Wegvlakheid geen oneffenheid
 Wegfundering dikte 0.25 m
 Afstand hart rijspoor tot gebouw 13 m

Gebouw diepte 10 m
 fundatie geen palen
 zettingsgevoelige fundatie
 stijfheid gebouw horizontaal laag
 verticaal laag
 vloeren hout
 vloer overspanning 5 m

Normering volgens de SBR Richtlijn A "schade aan gebouwen"
 gebouwcategorie 2 (metse/werk)

Beoordeling volgens SBR Richtlijn B hinder
 gebouwfunctie wonen
 Nieuwe situatie.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid is 1 %

Voorspelling trillingen

Trillingshinder

Voor elk voertuig wordt, in combinatie met elke snelheid, de maximale verticale effectieve waarde (Veff,max) midden op het vloerveld berekend. Bovendien wordt, indien nodig, per periode V1 berekend.

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

	A1	A2	A3 (geldig voor Vper)

Veff,max dag- en avondperiode :	0.10	0.40	0.05
Veff,max nachtperiode :	0.10	0.20	0.05

Er wordt voldaan aan de streefwaarden, als:
 - Veff,max in een ruimte kleiner is dan A1, of
 - Veff,max in een ruimte kleiner is dan A2, of
 - Vper kleiner is dan A3

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

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende

BW16_nieuw.txt

effectieve waarden van de trillingssnelheid $v_{eff,max}$ is 1 %
Factor horende bij deze overschrijdingskans: 2.5

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

voertuig	v km/h	$v_{eff,max}$ dag	avond	nacht
2-assig vrachtwagen 20t	50	0.235	0.235	0.235

→

Programma : VP-Drempel
 Licentiehouder : Cauberg Huygen

Versie:2.01 1
 dd: 6/2/2018

Invoergegevens Nieuwe situatie tweede rijbaan Buldersweg 16

Drempel hoogte 0.010 m
 lengte vorm

 oprit 10.000 m recht
 plateau 10.000 m
 afrit 0.010 m recht

Verkeersaanbod	voertuig	v km/h	aantal passages		
			dag	avond	nacht

	2-assig vrachtwagen 20t	50	134	26	9

Bodemprofiel Eindhoven
 wegvlakheid geen oneffenheid
 Wegfundering dikte 0.25 m
 Afstand hart rijspoor tot gebouw 19 m

Gebouw diepte 10 m
 fundatie geen palen
 zettingsgevoelige fundatie
 stijfheid gebouw horizontaal laag
 verticaal laag
 vloeren hout
 vloer overspanning 5 m

Normering volgens de SBR Richtlijn A "schade aan gebouwen"
 gebouwcategorie 2 (metse/werk)

Beoordeling volgens SBR Richtlijn B hinder
 gebouwfunctie wonen
 Nieuwe situatie.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende effectieve waarden van de trillingssnelheid is 1 %

♀
 Programma : VP-Drempel
 Licentiehouder : Cauberg Huygen

Versie:2.01 2004
 dd: 6/2/2018

Voorspelling van trillingen

Trillingshinder

Voor elk voertuig wordt, in combinatie met elke snelheid, de maximale verticale effectieve waarde (Veff,max) midden op het vloerveld berekend. Bovendien wordt, indien nodig, per periode v1 berekend.

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

	A1	A2	A3 (geldig voor vper)

Veff,max dag- en avondperiode :	0.10	0.40	0.05
Veff,max nachtperiode :	0.10	0.20	0.05

Er wordt voldaan aan de streefwaarden, als:
 - Veff,max in een ruimte kleiner is dan A1, of
 - Veff,max in een ruimte kleiner is dan A2, of
 - Vper kleiner is dan A3

BW16_nieuw_2erijbaan.txt

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 $v_{eff,max}$ is 1 %
Factor horende bij deze overschrijdingskans: 2.5

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

voertuig	v km/h	$v_{eff,max}$ dag	avond	nacht
2-assig vrachtwagen 20t	50	0.123	0.123	0.123
v_{per}		0.038	0.029	0.012

→

Programma : VP-Drempel
 Licentiehouder : Cauberg Huygen

Versie:2.01 1
 dd: 5/2/2018

Invoergegevens Nieuwe situatie fundering 1 meter dik Buldersweg 16

Drempel hoogte 0.010 m
 lengte vorm

 oprit 10.000 m recht
 plateau 10.000 m
 afrit 0.010 m recht

Verkeersaanbod	voertuig	v km/h	aantal passages		
			dag	avond	nacht

	2-assig vrachtwagen 20t	50	100	20	10

Bodemprofiel Eindhoven
 wegvlakheid geen oneffenheid
 Wegfundering dikte 1.00 m
 Afstand hart rijspoor tot gebouw 13 m

Gebouw diepte 10 m
 fundatie geen palen
 zettingsgevoelige fundatie
 stijfheid gebouw horizontaal laag
 verticaal laag
 vloeren hout
 vloer overspanning 5 m

Normering volgens de SBR Richtlijn A "schade aan gebouwen"
 gebouwcategorie 2 (metse/werk)

Beoordeling volgens SBR Richtlijn B hinder
 gebouwfunctie wonen
 Nieuwe situatie.

Overschrijdingskans van de berekende topwaarden en voortschrijdende
 effectieve
 waarden van de trillingssnelheid is 1 %

♀
 Programma : VP-Drempel
 Licentiehouder : Cauberg Huygen

Versie:2.01 2004
 dd: 5/2/2018

Voorspelling van trillingen

Trillingshinder

Voor elk voertuig wordt, in combinatie met elke snelheid, de maximale verticale effectieve waarde (Veff,max) midden op het vloerveld berekend. Bovendien wordt, indien nodig, per periode V1 berekend.

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

	A1	A2	A3 (geldig voor vper)

Veff,max dag- en avondperiode :	0.10	0.40	0.05
Veff,max nachtperiode :	0.10	0.20	0.05

Er wordt voldaan aan de streefwaarden, als:
 - Veff,max in een ruimte kleiner is dan A1, of
 - Veff,max in een ruimte kleiner is dan A2, of
 - vper kleiner is dan A3

BW16_nieuw_fund_1m.txt

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 $v_{eff,max}$ is 1 %
Factor horende bij deze overschrijdingskans: 2.5

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

voertuig	v km/h	$v_{eff,max}$ dag	avond	nacht
2-assig vrachtwagen 20t	50	0.065	0.065	0.065

→