



Rapportage trillingsmetingen, conform SBR B
en KOMO-beoordelingsrichtlijn 5023,
'Het proces van het meten van trillingen' (2012).

**Trillingen onderzoek
Ten behoeve van
Ontwikkeling Van Lieflandpark
te Utrecht**

Opgesteld door:

Fides Expertise B.V.
Vismarktstraat 18
4931 AZ Geertruidenberg

Projectnummer: 20171882
Behandeld door: Ernst Seaber
Telefoon: 0162 – 744 048
Mail: info@fides-expertise.nl

Opdrachtgever trillingsmetingen :

Gemeente Utrecht
Postbus 8375, 3503 RJ

Contactpersoon: 06 24 86 26 01
E-mail: r.van.der.voort@utrecht.nl

Geertruidenberg, 19-7-2017

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	4
2	Certificering trillingsmetingen	5
3	Meetapparatuur	6
3.1	Technische specificaties Profound VIBRA Serie.....	6
4	Meet en Beoordelingsprocedure SBR B	8
4.1	Algemeen	8
4.2	Meetmethode	8
4.3	Bepaling van de trillingsterkten	9
4.4	Bepaling streefwaarden	10
4.5	Toetsen trillingsterkten aan streefwaarden	11
5	Formulering onderzoek	24
6	Vaststellen trillingsterkten projectlocatie	25
6.1	Vaststellen trillingsterkten.....	25
6.1.1	Trillingsterkten V_{top} en V_{eff} , bodem projectlocatie	25
6.1.2	Spreading en gemiddelde waarde trillingsterkte (V_{top})	27
7	Vaststellen V_{eff} vloerveld	28
7.1	Vaststellen voortschrijdende effectieve waarde van de trillingsnelheid (V_{eff})	28
7.2	Voortschrijdende effectieve waarde testlocatie	28
7.3	V_{top} bodem testlocatie vs. voortschrijdende effectieve waarde vloerveld	29
7.3.1	Overdracht V_{top} bodem V_{eff} vloerveld	31
8	Beoordeling conform SBR B	32
8.1	Beoordelen trillingsterkten op hinder	32
9	Technische gegevens	12
9.1	Projectgegevens.....	12
9.2	Technische gegevens	12
9.3	Infoblad Meetpunt vloerveld 1	14
9.4	Foto's.....	15
9.5	Infoblad Meetpunt vloerveld 2	16
9.6	Foto's.....	17
9.7	Infoblad Meetpunt draagconstructie testlocatie	18
9.8	Foto's.....	19

9.9	Infoblad Meetpunt bodem bij testlocatie	20
9.10	Foto's	21
9.11	Infoblad Meetpunt bodem projectlocatie	22
9.12	Foto's	23
10	Eindwoord	33

1 Inleiding

Ter plaatse van het voormalige sportveld, gelegen aan de van Lieflandlaan te Utrecht, ontwikkelt de Gemeente Utrecht het 'Van Lieflandpark'. Dit 'park' voorziet in een unieke combinatie van groen **en** wonen.

Het toekomstige Van Lieflandpark is gelegen op circa 100 meter afstand tot het spoor, gaande van en naar Utrecht C.S. Het goederen en personenvervoer, gaande over dit stuk tracé, zou in potentie kunnen leiden tot (hinderlijke) trillingen in de voorziene woningen op het Van Lieflandpark.

In opdracht van de Gemeente Utrecht heeft Fides Expertise B.V. een trillingen onderzoek uitgevoerd.

Doel van het onderzoek is om gedurende de ontwikkelingsfase van het Van Lieflandpark inzicht te krijgen in de heersende trillingsniveaus aldaar en deze te toetsen op de hinderlijkheid daarvan.

De meet- en beoordelingsprocedure in relatie tot hinder is uitgevoerd conform de trillingsrichtlijn deel B (SBR B, hinder voor personen in gebouwen).

2 Certificering trillingsmetingen

Fides Expertise BV is gecertificeerd voor het meten van trillingen. De trillingsmetingen worden derhalve uitgevoerd volgens KOMO-beoordelingsrichtlijn BRL 5023 “Het proces van het meten van trillingen”.

De BRL maakt een onderscheid tussen een bewaakte meting en een beperkt bewaakte meting. Voorheen ook wel bemande of onbemandede meting genoemd.

Opmerking

De trillingsmetingen zoals uitgewerkt in deze rapportage vallen onder het type beperkt bewaakte meting.

Bewaakte meting

Een bewaakte meting is een meting waarbij de meetapparatuur op locatie wordt geplaatst, zo nodig verplaatst en/of herplaatst en bediend door of namens de certificaathouder. De certificaathouder houdt toezicht op de trillingsniveaus en de relatie met de werkzaamheden, signaleert overschrijdingen en heeft bij overschrijdingen direct contact met (de vertegenwoordiger van) de opdrachtgever.

Toelichting

Met een bewaakte meting wordt bedoeld dat toezicht wordt gehouden, zodanig dat de directe relatie tussen optredende trillingen en werkzaamheden en/of gebeurtenissen duidelijk is, overschrijdingen direct kunnen worden gesignaleerd en controle op het functioneren van de apparatuur mogelijk is. In de praktijk komt het er op neer dat de meting bemand moet worden uitgevoerd.

Beperkt bewaakte meting

Een beperkt bewaakte meting is een meting waarbij de meetapparatuur na plaatsing door of namens de certificaathouder op locatie zo nodig wordt verplaatst of herplaatst en bediend door of namens de opdrachtgever. De certificaathouder is ervoor verantwoordelijk beheermaatregelen te treffen om goede metingen te borgen.

Toelichting

Onder beheermaatregelen worden bijvoorbeeld verstaan: instructie aan de opdrachtgever (ten aanzien van plaatsing en bediening), steekproefsgewijze controle van de metingen op locatie, periodieke communicatie door middel van foto's, continue verbinding met de meetapparatuur.

3 Meetapparatuur

Bij de uitvoering van de trillingsmetingen is gebruik gemaakt van een **Profound Vibra +** meetstelsel.




De trillingsmeters zijn gekalibreerd en het meetstelsel voldoet aan de **SBR richtlijnen deel A en deel B**.

Het meetstelsel registreert alle trillingen in drie richtingen (x-, y- en z-richting). Naast de trillingssnelheid wordt tevens de frequentie van de trillingen geregistreerd. Het meetstelsel wordt zodanig ingesteld dat bij elke interval van 10 seconde de piekwaarde wordt opgeslagen in het geheugen.

Het meetstelsel is zodanig ingesteld dat instellingen en meetdata niet gewijzigd of verwijderd kunnen worden door derden.

3.1 Technische specificaties **Profound VIBRA Serie**

VIBRA Gefoon		VIBRA	VIBRA-sbr	VIBRA+
	3-kanaals sensor (x-, y-, z-richting)	•	•	•
	Digitale ID	•	•	•
	Gefoon detectie	•	•	•
	Digitale correctie van de gevoeligheid	•	•	•
	Digitale correctie van f_{res} en Q		•	•
	Automatische hellingscontrole			•
	Automatische calibratiecontrole			•
VIBRA PC software		VIBRA	VIBRA-sbr	VIBRA+
Windows 2000/XP	•	•	•	
Verwerking volgens SBR-richtlijnen		•	•	
Verwerking volgens DIN-richtlijnen	•		•	
Uitgebreide grafische presentatie gegevens incl. nauwkeurige tijdsas.	•	•	•	
Verschillende mogelijkheden voor data-opslag, bv. ASCII-(*.cvs) bestanden.	•	•	•	

		VIBRA	VIBRA-sbr	VIBRA+	
Display	4 regels; achtergrondverlichting; anti-reflexcoating, anti-kras	•	•	•	
Geheugencapaciteit	4 MB	•	•	•	
Meetinterval	2, 5, 10, 20, 30, 60 s; 1, 2, 5, 10 min.	•	•	•	
Stof- en spatwaterdichtheid	IP65 volgens DIN 40 050/IEC 529	•	•	•	
Afmetingen	216 x 160 x 50 mm	•	•	•	
Gewicht	2 kg	•	•	•	
Traceer optie	Snelheid versus tijd curve	•	•	•	
AD-converter	24 bits delta sigma data omzetting	•	•	•	
Resolutie display	0.01 mm/s	•	•	•	
Resolutie AD-converter	0.001 mm/s	•	•	•	
Nauwkeurigheid	DIN 45669-1 juni 1995, nauwkeurigheidsklasse 1	•	•	•	
	Frequentie-karakteristieken	Min. (-3 dB): 0.8 Hz (12 dB/oct.) Max. (-3 dB): 100 Hz (12 dB/oct.)	•		•
DIN	Dominante frequentiebepaling	Zero crossing methode	•		•
	Dataverwerking	DIN 4150-2 DIN 4150-3			•
SBR	Nauwkeurigheid	SBR 2002 Deel A en B $0.85 \leq \text{delta} \leq 1.15$		•	•
	Frequentie-karakteristieken	Deel A: Min. (-3 dB): 0.8 Hz Deel A: Max. (-3 dB): 125 Hz Deel B: Min. (-3 dB): 0.8 Hz Deel B: Max. (-3 dB): 100 Hz		•	•
DIN	Dominante frequentiebepaling	Methode I Methode II		•	•
	Dataverwerking	SBR Deel A SBR Deel B		•	•
Meetfrequentie	1024 Hz	•	•	•	
Data opslagniveau	Instelbaar tss 0.01-100 mm/s (of altijd)	•	•	•	
Alarmniveau	Instelbaar tss 0.01-100 mm/s (of geen)	•	•	•	
Stabiliteit klok	± 5 minuten per jaar bij 25°C	•	•	•	
Temperatuurbereik	-20°C tot +60°C	•	•	•	
Niveau slim alarm	Frequentie afhankelijk van maximum snelheid, volgens SBR en DIN niveau's			•	
Optische waarschuwing	Knipperende alarmlamp (via USB-kabel)	•	•	•	
Externe voeding	5 Volt geleverd via de VIBRA USB-connector	•	•	•	
GSM/GPRS/internet mail functie	Draadloze datatransmissie			•	
Maximale verplaatsing / u /	$u_x u_y u_z$ per tijdsinterval			•	

4 Meet en Beoordelingsprocedure SBR B

4.1 Algemeen

De aanwezigheid van trillingsbronnen in de buurt van gebouwen kan resulteren in het in trilling raken van deze gebouwen of aan onderdelen hiervan. Deze trillingen kunnen op hun beurt weer leiden tot hinder.

In het laatste geval kan dan de behoefte ontstaan om conform onafhankelijke richtlijnen trillingsmetingen te verrichten en deze objectief te beoordelen op mogelijke hinderlijkheid hiervan.

Om hierin te voorzien heeft de Stichting Bouw Research in samenwerking met CUR de Beoordelingsrichtlijn SBR B, hinder voor personen in gebouwen, opgesteld.

De uitgevoerde trillingsmeting en de in de navolgende rapportage gehanteerde beoordelingsprocedure is overeenkomstig deze meet- en beoordelingsrichtlijn. In onderstaande paragrafen vindt u de hoofdlijnen uit deze richtlijn.

4.2 Meetmethode

Te meten grootheid

De te meten en te beoordelen grootheid is de voortschrijdende effectieve waarde van de gewogen trillingsnelheid.

Meetprocedure

Er moet gemeten worden onder omstandigheden die representatief zijn voor de situatie waarin hinder kan worden ondervonden.

Posities van de meetpunten

De meetpunten in een ruimte dienen te worden gekozen op een vloerveld waar de hinder wordt ondervonden.

Aantal metingen en meetduur (Kortdurende- /verkeerstrillingen)

Bij trillingen door wegverkeer is de kans op een hogere trillingsterkte groter naarmate er gedurende een langere tijd wordt gemeten. Daarom moet er minimaal gedurende een voor de trillingsbron representatieve periode worden gemeten. In het geval van wegverkeer gaat de voorkeur uit naar een periode van een week.

4.3 Bepaling van de trillingsterkten

Grootste effectieve waarde in een interval van 30 seconden

De te meten en te beoordelen grootte is de voortschrijdende effectieve waarde van de gewogen trillingsnelheid per meetinterval van 30 seconden ($V_{\text{eff,max,30,i}}$). Deze wordt bepaald per meetpunt en per meetrichting (X,Y,Z).

Bij de bepaling van $V_{\text{eff,max,30,i}}$ dienen trillingen veroorzaakt door stoorbronnen gemotiveerd buiten beschouwing te worden gelaten.

Grootste effectieve waarde binnen de beoordelingsperiode

Per meetpunt en meetrichting en per beoordelingsperiode (Dag, avond, nacht) wordt de grootste effectieve waarde (V_{max}) van $V_{\text{eff,max,30,i}}$ bepaald.

De waarde V_{max} wordt getoetst aan de streefwaarden A1 en A2.

Trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per})

Onder de trillingsterkte over de beoordelingsperiode wordt verstaan de kwadratisch gemiddelde waarde van de $V_{\text{eff,max,30,i}}$ over de duur van de te beoordelen beoordelingsperiode; dag, avond en nacht.

De waarde V_{per} dient uitsluitend te worden bepaald voor het meetpunt en de meetrichting (X,Y,Z) waarover de V_{max} is bepaald.

De waarde V_{per} wordt getoetst aan de streefwaarde A3.

NB. *Indien de meetrichting van V_{max} anders is dan de meetrichting waarin het gros van $V_{\text{eff,max,30,i}}$ optreed zal de berekening van V_{per} niet representatief zijn voor de trillingsterkte over de beoordelingsperiode. In zo'n geval wordt de V_{per} daarom berekend voor de meetrichting waarin het gros van $V_{\text{eff,max,30,i}}$ optreed en zodoende wel representatief zijn.*

4.4 Bepaling streefwaarden

Voor het bepalen van de hoogte van de streefwaarden zijn de volgende bepalingen van belang.

- Gebouwfunctie. (zie onderstaande tabel)
In de situatie met betrekking tot het toekomstige Van Lieflandpark betreft het een woonfunctie.
- Omstandigheden waaronder trillingen voorkomen.
In de situatie met betrekking tot het toekomstige Van Lieflandpark betreft het 'Herhaald voorkomende trillingen gedurende langere tijd (> 3 maanden) door railverkeer.

Voor het vaststellen van de hoogte van de streefwaarden dient aanvullend rekening te worden gehouden of er sprake is van een:

1. Bestaande situatie.
 2. Gewijzigde situatie.
- of**
3. Nieuwe situatie.

In de situatie met betrekking tot het toekomstige Van Lieflandpark betreft het een nieuwe situatie'. Dit wordt gemotiveerd doordat sprake is van nog te realiseren nieuwbouw.

Op basis van bovenstaande bepalingen zijn de volgende streefwaarden vastgesteld.
(Zie onderstaande tabel groen gemarkeerd).

Gebouwfunctie	dag en avond			nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Gezondheidszorg	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Onderwijs en kantoor	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07
Bijeenkomst	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07
Kritische werkruimte	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-

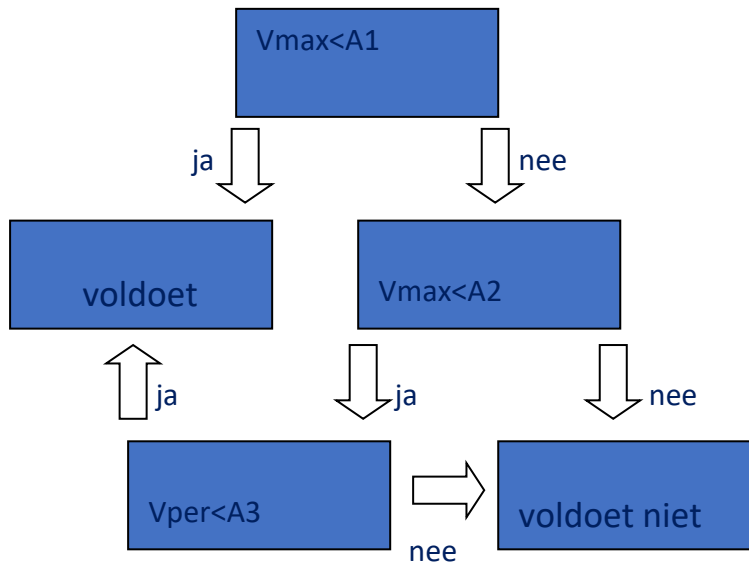
NB. De streefwaarden zijn een indicatie voor wanneer een trilling als zijnde hinderlijk kan worden ervaren. Als de trillingsterkte onder de streefwaarde blijft, mag verwacht worden dat er in de meeste situaties geen hinder zal optreden.

Beoordeling V_{max} weg- en railverkeer en hinderlijkheid

V_{max}	Hinderkwalificatie
< 0,1	Geen hinder
0,1 – 0,2	Weinig hinder (bestaande situaties)
0,2 – 0,8	Matige hinder
0,8 – 3,2	Hinder
> 3,2	Ernstige hinder

4.5 Toetsen trillingsterkten aan streefwaarden

Het toetsen van de vastgestelde trillingsterkten aan de streefwaarden (A1, A2 en A3) is schematisch weergegeven in onderstaand stroomschema.



De streefwaarden zijn aangegeven door:

- A1 onderste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} (dimensieloos)
- A2 bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} (dimensieloos)
- A3 streefwaarde voor de trillingssterkte over de beoordelingsperiode V_{per} (dimensieloos)

Er wordt voldaan aan de streefwaarden als:

- de waarde van de maximale trillingssterkte in een ruimte (V_{max}), kleiner is dan A1, of als
- de waarde van de maximale trillingssterkte in een ruimte (V_{max}), kleiner is dan A2 waarbij de trillingssterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) kleiner is dan A3.

NB. Voor de aan te houden streefwaarden wordt onderscheid gemaakt in drie beoordelingsperioden. De dagperiode (07.00-19.00), avondperiode (19.00-23.00) en nachtperiode (23.00-07.00)

5 Technische gegevens

5.1 Projectgegevens

Projectnaam	Trillingen onderzoek conform SBR B t.b.v. ontwikkeling Van Lieflandpark te Utrecht
Projectnummer	20171882
Adresgegevens	Van Lieflandlaan Utrecht
Meetperiode	3 t/m 10 juli 2017
Contactpersoon	Roy van der Voort
telefoon	06 24 86 26 01
E-mail	r.van.der.voort@utrecht.nl

5.2 Technische gegevens

Test locatie (voormalige conciërge woning, rood gearceerd)



Situering test en projectlocatie



5.3 Infoblad Meetpunt vloerveld 1

Volgnummer meetset	VIB 01230		
<i>Trillingsmeter</i>		<i>Geofoon</i>	
serienummer	VIB 01230	serienummer	TDA01487
gekalibreerd	5-11-2015	gekalibreerd	5-11-2015

Positie meetset

<i>Datum plaatsing</i>	<i>Tijdstip plaatsing</i>	<i>Meetperiode</i>	<i>Foto's gemaakt</i>
3 juli	Circa 11.00 uur	3 t/m 10-7-2017	ja
Plaatsing uitgevoerd door	Medewerker Fides Expertise BV		

Positie meetset	Midden vloerveld
Motivatie positie	Aangenomen dat V_{eff} is V_{max} in midden vloerveld
Afstand tot trillingsbron	Vanaf circa 62 meter t.o.v. spoor
Geplaatst door	Medewerker Fides Expertise
Richting	X richting evenwijdig aan rechtergevel, Y richting haaks op rechtergevel

Streefwaarden

Dag en avond periode			Nachtperiode		
A1	A2	A3	A1	A2	A3
0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
<i>Motivatie voor streefwaarden</i>		<ul style="list-style-type: none"> Gebouw met woonfunctie Betreft een nieuwe situatie 			

Type trillingsbron

motivatie

kortdurend	Nee	
Herhaald kortdurend	Ja	weg- railverkeer
Continue	Nee	

Eventuele bijzonderheden

--

5.4 Foto's



5.5 Infoblad Meetpunt vloerveld 2

Volgnummer meetset	VIB 02042		
<i>Trillingsmeter</i>		<i>Geofoon</i>	
serienummer	VIB 02042	serienummer	TDA01804
gekalibreerd	4-1-2017	gekalibreerd	4-1-2017

Positie meetset

<i>Datum plaatsing</i>	<i>Tijdstip plaatsing</i>	<i>Meetperiode</i>	<i>Foto's gemaakt</i>
3 juli	Circa 11.00 uur	3 t/m 10-7-2017	ja
Plaatsing uitgevoerd door	Medewerker Fides Expertise BV		

Positie meetset	Midden vloerveld
Motivatie positie	t.b.v. vaststellen variatie V_{eff} in vloerveld
Afstand tot trillingsbron	Vanaf circa 62 meter t.o.v. spoor
Geplaatst door	Medewerker Fides Expertise
Richting	X richting evenwijdig aan rechtergevel, Y richting haaks op rechtergevel

Streefwaarden

Dag en avond periode			Nachtperiode		
A1	A2	A3	A1	A2	A3
0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
<i>Motivatie voor streefwaarden</i>		<ul style="list-style-type: none"> Gebouw met woonfunctie Betreft een nieuwe situatie 			

Type trillingsbron

motivatie

kortdurend	Nee	
Herhaald kortdurend	Ja	weg- railverkeer
Continue	Nee	

Eventuele bijzonderheden

--

5.6 Foto's



5.7 Infoblad Meetpunt draagconstructie testlocatie

Serienr. meetset	VIB 1026
Gekalibreerd op	06 jul 2017
Adresgegevens	Van lieflandlaan
Plaats	Utrecht
Meetpositie	Linksonder rechtergevel draagconstructie
Motivatie meetpositie	stijf punt draagconstructie ten behoeve de trillingsnelheid in de draagconstructie vast te stellen
Kortste afstand tot trillingsbron circa (m1)	Circa 62 meter
Geplaatst door	medewerker Fides Expertise
Horizontale meetrichtingen X evenwijdig aan en Y haaks op	rechtergevel
Type meting conform beoordelingsrichtlijn 5023	Onbewaakt
Meetperiode	03 t/m 10 juli 2017
Categorie indeling bouwwerk	2
Motivatie categorie bouwwerk	Bouwwerk (deels) uit metselwerk in (redelijk) goede staat verkerend
Type meting	Indicatief
Type trilling	Herhaald kortdurende trilling
Motivatie type trilling	Weg- en railverkeer
Grenswaarde begane grond (1-10 Hertz)	n.v.t.
Grenswaarde bovenste etage in mm/s (1- 100 Hertz)	n.v.t.
Interne opmerking	-

5.8 Foto's



5.9 Infoblad Meetpunt bodem bij testlocatie

Serienr. meetset	VIB 1218
Gekalibreerd op	04 jan 2017
Adresgegevens	Van lieflandlaan
Plaats	Utrecht
Meetpositie	Bodem bij testlocatie
Motivatie meetpositie	t.b.v. de trillingsnelheid in de bodem vast te stellen
Kortste afstand tot trillingsbron circa (m1)	Circa 62 meter
Geplaatst door	medewerker Fides Expertise
Horizontale meetrichtingen X evenwijdig aan en Y haaks op	Rechtergevel woning
Type meting conform beoordelingsrichtlijn 5023	Onbewaakt
Meetperiode	03 t/m 10 jul 2017
Categorie indeling bouwwerk	2
Motivatie categorie bouwwerk	Bouwwerk (deels) uit metselwerk in (redelijk) goede staat verkerend
Type meting	Indicatief
Type trilling	Herhaald kortdurende trilling
Motivatie type trilling	Weg- railverkeer
Grenswaarde begane grond (1-10 Hertz)	n.v.t.
Grenswaarde bovenste etage in mm/s (1-100 Hertz)	n.v.t.
Interne opmerking	-

5.10 Foto's



5.11 Infoblad Meetpunt bodem projectlocatie

Volgnummer meetset	VIB 01217		
<i>Trillingsmeter</i>		<i>Geofoon</i>	
serienummer	VIB 01217	serienummer	TDA00654
gekalibreerd	29-7-2017	gekalibreerd	29-7-2016

Positie meetset

<i>Datum plaatsing</i>	<i>Tijdstip plaatsing</i>	<i>Meetperiode</i>	<i>Foto's gemaakt</i>
3 juli	Circa 12.00 uur	3 t/m 10-7-2017	ja
Plaatsing uitgevoerd door	Medewerker Fides Expertise BV		

Positie meetset	Bodem projectlocatie
Motivatie positie	t.b.v. het vaststellen van de trillingsnelheid /-sterkte ter plaatse van de projectlocatie
Afstand tot trillingsbron	Vanaf circa 100 meter t.o.v. spoor
Geplaatst door	Medewerker Fides Expertise
Richting	X richting evenwijdig aan rechtergevel testlocatie, Y richting haaks op rechtergevel testlocatie

Streefwaarden

Dag en avond periode			Nachtperiode		
A1	A2	A3	A1	A2	A3
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Motivatie voor streefwaarden</i>		n.v.t.			

Type trillingsbron

motivatie

kortdurend	Nee	
Herhaald kortdurend	Ja	weg- railverkeer
Continue	Nee	

Eventuele bijzonderheden

--

5.12 Foto's



6 Formulering onderzoek

Het onderzoek bestaat uit een serie metingen uitgevoerd op 2 locaties, te noemen; de projectlocatie (Het toekomstige Van Lieflandpark) en een testlocatie (De voormalige conciërge woning van het van Liefland college).

De meting op de projectlocatie voorzagt uit een meting t.b.v. de trillingen in de bodem.

De metingen op de testlocatie voorzagen in een meting t.b.v.:

- De trillingen in de bodem direct naast de voormalige conciërge woning (1 meetsysteem).
- De trillingen in de draagconstructie van de woning (1 meetsysteem).
- De trillingen in het vloerveld van de woning (2 meetsystemen).

De meetresultaten verkregen uit de bodem bij de woning doen hierbij dienst als zogenaamde referentie waarde voor de meetresultaten verkregen uit de meting aan en in de woning.

Middels beide metingen is de overdracht tussen bodemtrillingen en woningtrillingen vastgesteld. Deze overdracht is vervolgens geprojecteerd op de meetresultaten uit de meetpositie op de projectlocatie. Middels deze projectie (trillingpredictie) ontstaat inzicht in de waarschijnlijke trillingsterkten in de toekomstige woningen en de eventuele hinderlijkheid hiervan.

7 Vaststellen trillingsterkten projectlocatie

Ten behoeve de trillingsterkten t.g.v. het railverkeer vast te stellen is een serie trillingsmetingen uitgevoerd (5 meetposities). De meetperiode betreft een aaneengesloten periode van 7 etmalen. Ten aanzien van de te beschouwen trillingsbron (railverkeer) wordt deze periode als representatief voor de ‘normaal’ situatie beschouwd. (Gedurende een periode van 7 etmalen zullen voldoende variaties in belasting van het tracé zijn voorgekomen).

7.1 Vaststellen trillingsterkten

7.1.1 Trillingsterkten V_{top} en V_{eff} , bodem projectlocatie

Uit meetpunt ‘bodem projectlocatie’ zijn over de gehele meetperiode (3 t/m 10 juli) voor ieder dagdeel (dag, avond en nacht) de hoogste topwaarden van de trillingsnelheid (V_{top}) en de effectieve waarde van de trillingsnelheid (V_{eff}) vastgesteld.

Voor de dag periode (07.00 uur – 19.00 uur) zijn telkens 5 topwaarden van de trillingsnelheid vastgesteld. Voor de avondperiode (19.00 uur – 23.00 uur) en nachtperiode (23.00 uur – 07.00 uur) zijn telkens 3 topwaarden vastgesteld.

NB. *Eventuele stoortrillingen (geen weg-/railverkeer) zijn uitgefilterd*

Datum	V_{top} mm/sec.	$V_{eff,max}$	Periode
03-07-2017	0,21	< 0,1	Dag periode
03-07-2017	0,15	< 0,1	Dag periode
03-07-2017	0,11	< 0,1	Dag periode
03-07-2017	0,10	< 0,1	Dag periode
03-07-2017	0,09	< 0,1	Dag periode
03-07-2017	0,07	< 0,1	Avond periode
03-07-2017	0,07	< 0,1	Avond periode
03-07-2017	0,08	< 0,1	Avond periode
03-07-2017	0,08	< 0,1	Nacht periode
03-07-2017	0,09	< 0,1	Nacht periode
03-07-2017	0,09	< 0,1	Nacht periode
04-07-2017	0,14	< 0,1	Dag periode
04-07-2017	0,13	< 0,1	Dag periode
04-07-2017	0,13	< 0,1	Dag periode
04-07-2017	0,11	< 0,1	Dag periode
04-07-2017	0,11	< 0,1	Dag periode
04-07-2017	0,10	< 0,1	Avond periode
04-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
04-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
04-07-2017	0,10	< 0,1	Nacht periode
04-07-2017	0,08	< 0,1	Nacht periode
04-07-2017	0,08	< 0,1	Nacht periode
05-07-2017	0,14	< 0,1	Dag periode
05-07-2017	0,14	< 0,1	Dag periode
05-07-2017	0,14	< 0,1	Dag periode
05-07-2017	0,13	< 0,1	Dag periode

Datum	V _{top} mm/sec.	V _{eff,max}	Periode
05-07-2017	0,13	< 0,1	Dag periode
05-07-2017	0,13	< 0,1	Avond periode
05-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
05-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
05-07-2017	0,15	< 0,1	Nacht periode
05-07-2017	0,15	< 0,1	Nacht periode
05-07-2017	0,12	< 0,1	Nacht periode
06-07-2017	0,19	< 0,1	Dag periode
06-07-2017	0,19	< 0,1	Dag periode
06-07-2017	0,16	< 0,1	Dag periode
06-07-2017	0,14	< 0,1	Dag periode
06-07-2017	0,14	< 0,1	Dag periode
06-07-2017	0,13	< 0,1	Avond periode
06-07-2017	0,10	< 0,1	Avond periode
06-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
06-07-2017	0,12	< 0,1	Nacht periode
06-07-2017	0,12	< 0,1	Nacht periode
06-07-2017	0,10	< 0,1	Nacht periode
07-07-2017	0,21	< 0,1	Dag periode
07-07-2017	0,13	< 0,1	Dag periode
07-07-2017	0,13	< 0,1	Dag periode
07-07-2017	0,12	< 0,1	Dag periode
07-07-2017	0,11	< 0,1	Dag periode
07-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
07-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
07-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
07-07-2017	0,14	< 0,1	Nacht periode
07-07-2017	0,14	< 0,1	Nacht periode
07-07-2017	0,12	< 0,1	Nacht periode
08-07-2017	0,17	< 0,1	Dag periode
08-07-2017	0,14	< 0,1	Dag periode
08-07-2017	0,12	< 0,1	Dag periode
08-07-2017	0,12	< 0,1	Dag periode
08-07-2017	0,11	< 0,1	Dag periode
08-07-2017	0,12	< 0,1	Avond periode
08-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
08-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
08-07-2017	0,09	< 0,1	Nacht periode
08-07-2017	0,09	< 0,1	Nacht periode
08-07-2017	0,08	< 0,1	Nacht periode
09-07-2017	0,06	< 0,1	Dag periode
09-07-2017	0,06	< 0,1	Dag periode
09-07-2017	0,05	< 0,1	Dag periode
09-07-2017	0,05	< 0,1	Dag periode
09-07-2017	0,05	< 0,1	Dag periode
09-07-2017	0,09	< 0,1	Avond periode
09-07-2017	0,08	< 0,1	Avond periode
09-07-2017	0,08	< 0,1	Avond periode
09-07-2017	0,09	< 0,1	Nacht periode

Datum	V_{top} mm/sec.	$V_{eff,max}$	Periode
09-07-2017	0,09	< 0,1	Nacht periode
09-07-2017	0,08	< 0,1	Nacht periode

7.1.2 Spreiding en gemiddelde waarde trillingsterkte (V_{top})

Over de gehele meetperiode is van 77 meetintervallen de topwaarde van de trillingsnelheid (V_{top}) vastgesteld.

De gemiddelde waarde is vastgesteld op 0,11 mm/s. De standaard afwijking is vastgesteld op 0,03.

Gezien deze lage spreidingsmaat achten wij het aantal meetintervallen representatief voor de situatie op de projectlocatie.

8 Vaststellen V_{eff} vloerveld

8.1 Vaststellen voortschrijdende effectieve waarde van de trillingsnelheid (V_{eff})

Nu bekend is wat de trillingsnelheid is in de bodem van de projectlocatie moet worden vastgesteld hoe deze waarde zich verhoudt tot de voortschrijdende effectieve waarde in het vloerveld(en) van de toekomstige woningen.

8.2 Voortschrijdende effectieve waarde testlocatie

Van de meetresultaten afkomstig van de testlocatie is de verhouding tussen trillingsnelheid, gemeten in de bodem en de voortschrijdende effectieve waarde, gemeten op het vloerveld, vastgesteld.

***NB.** Ter beoordeling van de trillingsterkten op de testlocatie is gebruik gemaakt van de meetgegevens van 2 van de in totaal 4 meetposities. De hieruit verkregen meetgegevens bleken toereikend voor het vaststellen van de overdracht van de trillingen vanuit de bodem naar het vloerveld van de woning.*

Het betreft hierbij de volgende 2 meetposities;

- *Meetpositie 'bodem bij testlocatie'*
- *Meetpositie 'vloerveld 1, testlocatie'*

8.3 V_{top} bodem testlocatie vs. voortschrijdende effectieve waarde vloerveld

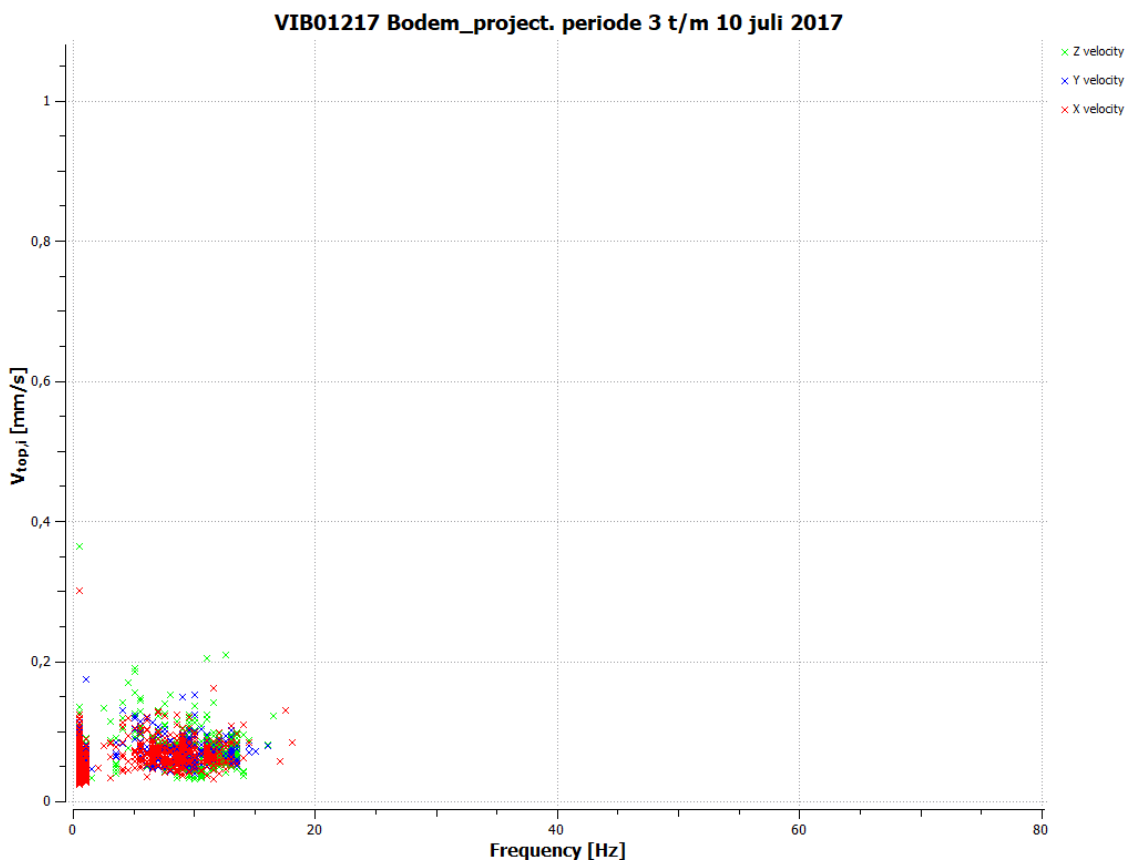
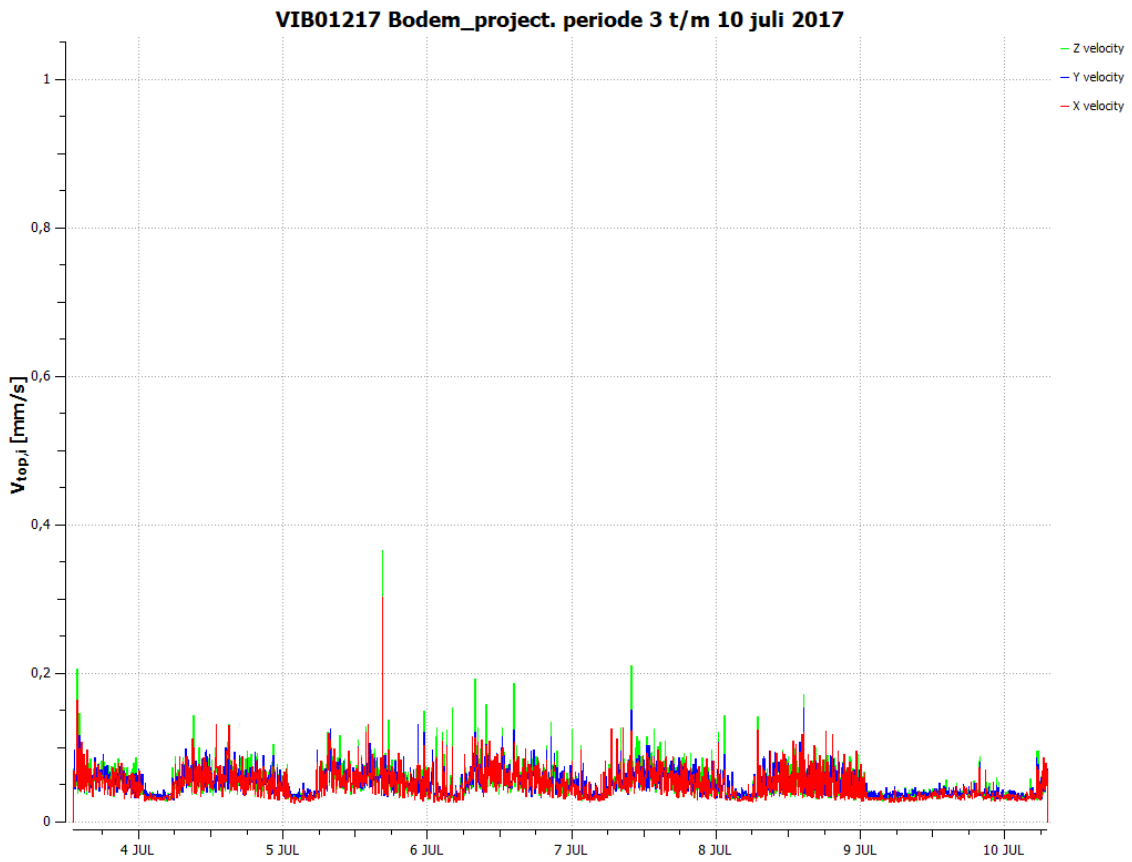
In onderstaande tabel is vermeld de topwaarde van de trillingsnelheid (V_{top}), geregistreerd in de bodem bij de testlocatie. Daarbij staat vermeld wat de voortschrijdende effectieve waarde is van de trillingsterkte, gemeten in het midden van het vloerveld van de testlocatie (meetpositie 'vloerveld 1').

De effectieve waarde is telkens vastgesteld voor die topwaarden van de trillingsnelheid die overeenkomen met het bereik van de projectlocatie.

Datum	V_{top} mm/sec.	$V_{eff,max}$	Opmerkingen
08-07-2017	0,21	< 0,1	Trilling niet voelbaar
08-07-2017	0,14	< 0,1	Trilling niet voelbaar
08-07-2017	0,14	< 0,1	Trilling niet voelbaar
08-07-2017	0,13	< 0,1	Trilling niet voelbaar
08-07-2017	0,13	< 0,1	Trilling niet voelbaar
08-07-2017	0,12	< 0,1	Trilling niet voelbaar
08-07-2017	0,11	< 0,1	Trilling niet voelbaar
09-07-2017	0,12	< 0,1	Trilling niet voelbaar
09-07-2017	0,12	< 0,1	Trilling niet voelbaar
09-07-2017	0,12	< 0,1	Trilling niet voelbaar
09-07-2017	0,12	< 0,1	Trilling niet voelbaar
09-07-2017	0,11	< 0,1	Trilling niet voelbaar
09-07-2017	0,12	< 0,1	Trilling niet voelbaar
09-07-2017	0,12	< 0,1	Trilling niet voelbaar
09-07-2017	0,11	< 0,1	Trilling niet voelbaar

NB. De hierbij beschouwde meetperiode betreft het weekend van 8 en 9 juli 2017. Er is voor deze periode gekozen omdat er gedurende deze periode geen sprake was van eventuele stoortrillingen t.g.v. de reconstructie (bouwwerkzaamheden) van de testlocatie.

8.4 Grafische weergave trillingsnelheid bodem testlocatie



8.4.1 Overdracht V_{top} bodem V_{eff} vloerveld

De vastgestelde topwaarden van de trillingsnelheid (projectlocatie) liggen binnen het bereik van 0,07 mm/sec. – 0,21 mm/sec.

De vastgestelde topwaarden van de trillingsnelheid (testlocatie) liggen binnen het bereik van 0,11 mm/sec. – 0,21 mm/sec.

Het kleinste waarnemingsgetal (0,11 mm/sec.) van de testlocatie is hierbij groter dan het kleinste waarnemingsgetal van de projectlocatie (0,07 mm/sec.). Het grootste waarnemingsgetal (0,21 mm/sec.) is hierbij gelijk aan het grootste waarnemingsgetal van de projectlocatie (0,21 mm/sec.). Hierbij moet worden opgemerkt dat in deze situatie de hoogste trillingsnelheid (V_{top}) leidt tot de hoogste trillingsterkte (V_{eff}).

Voor het gegeven bereik van 0,11 mm/s – 0,21 mm/s is vastgesteld dat dit heeft geleid tot een effectieve waarde kleiner dan 0,1. Hierbij moet worden opgemerkt dat de drempelwaarde van de 'voelbaarheid' conform SBR B begint bij een effectieve waarde van 0,1.

9 Beoordeling conform SBR B

De onder **7.3** vastgestelde voortschrijdende effectieve waarde is voor alle beschouwde waarden van V_{top} vastgesteld op een waarde kleiner dan 0,1.

Om de eventuele hinderlijkheid van deze effectieve waarde vast te stellen dient deze te worden getoetst aan de conform SBR B vastgestelde streefwaarden.

9.1 Beoordelen trillingsterkten op hinder

In onderstaande tabel is per beoordelingsperiode (dag, avond en nacht) de geregistreerde effectieve waarde vermeld.

Daarbij staat vermeld of de gemeten effectieve waarde **wel** óf **niet** voldoet aan de vastgestelde streefwaarde (**4.4**). In het opmerkingenveld staat vermeld hoe, op basis van het stroomschema (**4.5**), tot deze beoordeling is gekomen.

Beoordelings- periode	V_{max}	V_{per}	A1	A2	A3	Opmerkingen
Dag (07.00-19.00)	< 0,1	0,0	0,1	0,4	0,05	Voldoet. $V_{eff,max} < A2$
Avond (19.00-23.00)	< 0,1	0,0	0,1	0,4	0,05	Voldoet. $V_{eff,max} < A2$
Nacht (23.00-07.00)	< 0,1	0,0	0,1	0,2	0,05	Voldoet. $V_{eff,max} < A2$

10 Eindwoord

Trillingsterkte projectlocatie

Op basis van het uitgevoerde trillingen onderzoek is vastgesteld dat de geregistreeerde trillingsterkten ter plaatse van de projectlocatie zeer laag zijn. De geregistreeerde trillingsnelheid is hierbij kleiner of gelijk aan 0,21 mm/s.

Middels het uitgevoerde trillingenonderzoek is vastgesteld dat de voortschrijdende effectieve waarde (trillingsterkte) in het vloerveld van de conciërge woning, ten gevolge van bodemtrillingen kleiner of gelijk aan 0,21 mm/s, kleiner is dan 0,1.

Toetsing SBR B

Uit toetsing van de geregistreeerde voortschrijdende trillingsterkte ($V_{eff} = 0,1$) aan de conform SBR B vastgestelde streefwaarden blijkt dat deze voor alle meetintervallen **ruim** onder de gestelde streefwaarden blijven. Hieruit volgt dat er geenszins sprake is van hinderlijke trillingen.

De beoordeling op hinder is onderverdeeld in 3 beoordelingsperioden, te noemen;

- Dagperiode: 07.00 uur -19.00 uur
- Avondperiode: 19.00 uur -23.00 uur
- Nachtperiode : 23.00 uur - 07.00 uur

Representatief onderzoek

Meetduur

De meetperiode betreft een aaneengesloten periode van 7 etmalen. Ten aanzien van de te beschouwen trillingsbron (railverkeer) wordt deze periode als representatief voor de 'normaal' situatie beschouwd. (Gedurende een periode van 7 etmalen zullen voldoende variaties in belasting van het tracé zijn voorgekomen om overeen te komen met de normaal situatie).

Constructie van woning testlocatie versus constructie nieuwbouw

Ervan uitgaande dat de aard van de constructie / woning op de testlocatie overeenkomt met de te realiseren woningen op het Van Lieflandpark (soortgelijke eigenmassa, gefundeerd op palen, conventionele bouwmaterialen (beton, baksteen) achten wij het zeer aannemelijk dat de uit de metingen verkregen trillingsterkten representatief zijn voor de trillingsterkten in de te realiseren woningen op het Van Lieflandpark.

Wij gaan er vanuit u hiermee naar behoren te hebben geïnformeerd. Mocht u naar aanleiding van deze rapportage vragen en/of opmerkingen hebben dan vernemen wij dat graag.

Hoogachtend,

Fides Expertise BV

Ernst Seaber