



IBAN NL15 RABO 0307 33 99 20

KvK Gouda 29037057

Lid INCE · NAG · ABAV · Ti-Kviv

www.av-consulting.nl

NL - 8033.00.591.B.01

RAPPORT AV.1017-1a

6 juni 2016

Trillingsonderzoek Dorpstraat 21A en Tilburgseweg 20 te Riel; schade en hinderbeoordeling

AKOESTIEK

TRILLINGEN

MILIEU-
VERGUNNINGEN

LUCHTONDERZOEK

BEZWAAR
EN BEROEP



OPDRACHTGEVER:
Gemeente Goirle
Mw. ing. L. van Tilborg
Postbus 17
5050 AA Goirle

Adviseur:
Ir. H.J.M. Schipperen

Opdrachten worden aanvaard en uitgevoerd volgens onze voorwaarden zoals op de achterzijde afgedrukt, alsmede de "regeling van de verhouding tussen opdrachtgever en adviserend ingenieur" (R.V.O.I., 2001) gedeponereerd ter griffie van de arrondissementsrechtbank te Den Haag. Orders are accepted and carried out according to our regulations as printed on the backside and the "regulation of the relation between principal and consultant-engineer" (R.V.O.I., 2001) filed at the office of the district-court of The Hague (the Netherlands).

Zuid - Holland

Postbus 705
2800 AS Gouda
T 0182 352311
F 0182 354711

Noord - Brabant

Postbus 120
4930 AC Geertruidenberg
T 0162 522980
F 0162 570959

Inhoudsopgave

Hoofdstuk	Titel	Blad
	Samenvatting	1
1.	Inleiding	2
1.1.	Algemeen	2
1.2.	Gegevens	2
2.	Opzet onderzoek	3
3.	Beschrijving onderzoekslocaties	4
3.1.	Algemeen	4
3.2.	Dorpstraat 21A	4
3.3.	Tilburgseweg 20	5
4.	Toetsingswaarden	6
4.1.	Schade	6
4.2.	Hinder	8
5.	Trillingsmetingen	10
5.1.	Algemeen	10
5.2.	Meetresultaten	10
5.2.1.	Algemeen	10
5.2.2.	Schade	11
5.2.3.	Hinder	11
6.	Toetsing trillingsimmissie	12
6.1.	Schade	12
6.2.	Hinder	12
6.3.	Toetsing inzake hinder	13
6.3.1.	<u>Beide woningen</u>	13
6.3.2.	<u>Dorpstraat 21A</u>	13
6.3.3.	<u>Verhouding trillingen met eerder onderzoek</u>	13
7.	Conclusie en evaluatie	14
Figuur 1	Situatieoverzicht	
Bijlage 1	Meetresultaten – Dorpstraat 21A – schade	
Bijlage 2	Meetresultaten – Dorpstraat 21A – hinder	
Bijlage 3	Meetresultaten – Tilburgseweg 20 – schade	
Bijlage 4	Meetresultaten – Tilburgseweg 20 – hinder	
Bijlage 5	Omschrijving termen en definities; schade en hinder	

Samenvatting

In opdracht van de gemeente Goirle is door AV Consulting B.V. een trillingstechnisch onderzoek uitgevoerd.

Doel van het onderzoek is het bepalen van de optredende trillingsniveaus ten gevolge van het wegverkeer en verkeersplateaus in de Dorpstraat en Tilburgseweg te Riel (gemeente Goirle). Aanleiding voor het onderzoek zijn klachten van de bewoners van de woningen aan genoemde wegen over hinder en schade ten gevolge van het wegverkeer welke voor de woningen rijdt.

Ten behoeve van het onderzoek zijn trillingsmetingen verricht conform de eisen uit de SBR richtlijnen A en B. De woning aan de Dorpstraat 21A en de woning aan de Tilburgseweg 20 zijn gedurende een representatieve week gemonitord.

Schade

Uit het onderzoek blijkt dat wordt voldaan aan de normen uit de SBR richtlijn A. Op grond hiervan kan worden gesteld dat de kans op schade aanvaardbaar klein is (<1%) voor beide woningen.

Hinder

Dorpstraat 21A

Voor de dag-, avond- en nachtperiode is hinder niet waarschijnlijk geacht.

Tilburgseweg 20

Voor de dag-, avond- en nachtperiode is hinder waarschijnlijk geacht.

Trillingreductie

Onderhavige resultaten worden vergeleken met de resultaten volgens het trillingrapport AV.1017 de datum 11 juni 2012 "Trillingsonderzoek Dorpstraat 21A en Tilburgseweg 20 te Riel; schade en hinder". De gemeente Goirle heeft recentelijk aanpassingen verricht aan de verkeersplateaus. Dit komt tot uiting in de over het algemeen aanzienlijke trillingreductie.

1. Inleiding

1.1. Algemeen

In opdracht van de gemeente Goirle is door AV Consulting B.V. een trillingstechnisch onderzoek uitgevoerd.

Doel van het onderzoek is het bepalen van de optredende trillingsniveaus ten gevolge van het wegverkeer en verkeersplateaus in de Dorpstraat en Tilburgseweg te Riel (gemeente Goirle). Aanleiding voor het onderzoek zijn klachten van de bewoners van de woningen aan genoemde wegen over hinder en schade ten gevolge van het wegverkeer welke voor de woningen rijdt.

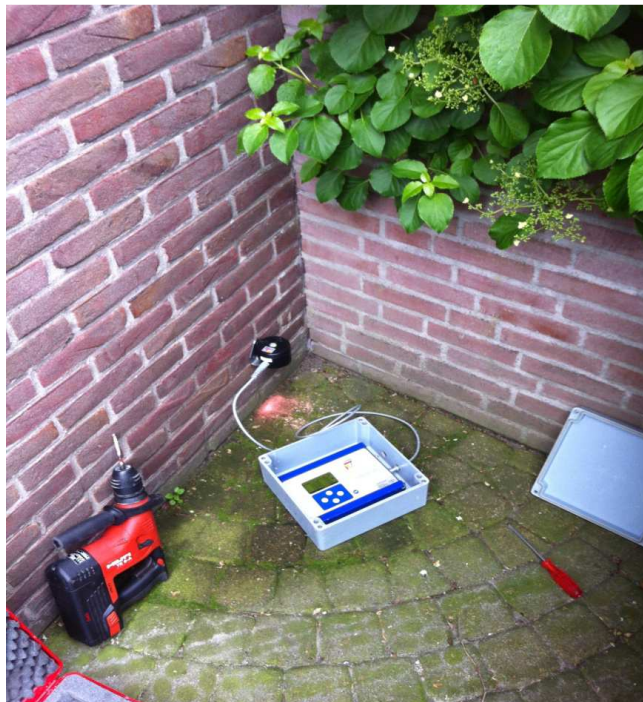
Onderhavige resultaten worden vergeleken met de resultaten volgens het trillingrapport AV.1017 de datum 11 juni 2012 "Trillingsonderzoek Dorpstraat 21A en Tilburgseweg 20 te Riel; schade en hinder".

De metingen en toetsingen zijn uitgevoerd conform de SBR Richtlijn A (schade) en de SBR Richtlijn B (hinder).

1.2. Gegevens

Ten behoeve van het onderzoek is gebruik gemaakt van de navolgende gegevens:

- 1) SBR richtlijn deel A: Schade aan gebouwen; meet- en beoordelingsrichtlijn augustus 2002.
- 2) SBR richtlijn deel B: Hinder voor personen in gebouwen; meet- en beoordelingsrichtlijn, augustus 2002.



2. Opzet onderzoek

Door de gemeente Goirle is aangegeven dat door bewoners van de woningen aan de Dorpstraat en Tilburgseweg trillingshinder wordt ondervonden ten gevolge van het wegverkeer dat voor de woningen langs rijdt. Tevens is door de bewoners aangegeven dat schade kan zijn opgetreden dan wel kan optreden aan de woningen ten gevolge van deze trillingen. In het kader hiervan zijn trillingsmetingen uitgevoerd in en aan de woningen aan de Dorpstraat 21A en Tilburgseweg 20. De resultaten van het onderzoek dienen een antwoord te geven op de volgende vragen:

- is er sprake van hinder in de woningen;
- is er kans op schade aan de woningen;
- hoe verhouden de trillingen met het eerder uitgevoerd onderzoek

Tijdens de metingen was het weggebruik representatief.

In de onderhavige situatie is ervoor gekozen om gedurende minimaal 1 week de optredende trillingen te registeren. Trillingen worden veroorzaakt door een combinatie van snelheid, massa van de voertuigen en oneffenheden in het wegdek. Een toename van deze parameters zal over het algemeen leiden tot een toename van de optredende trillingsniveaus.

Voor schade en hinder moeten verschillende meetpunten worden gebruikt en verschillende parameters worden vastgelegd.

Met betrekking tot schade is een *indicatieve meting* uitgevoerd. Hierbij is één meetpunt gekozen op begane grondniveau op een stijf punt van de constructie van de onderzochte panden.

Voor hinder is op één centraal punt op het vloerveld in de slaapkamer op de 1^e verdieping van de woningen zoals gelegen aan de voorgevel een meting uitgevoerd. In overleg met de bewoners is een ruimte gekozen waar hinder wordt ondervonden, dit betrof genoemde slaapkamers.

In de meetpunten wordt in verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. De gekozen horizontale richtingen stemmen overeen met de hoofdasen van de woning.

3. Beschrijving onderzoekslocaties

3.1. Algemeen

De locaties waarop de metingen hebben plaatsgevonden, zijn opgenomen in tabel 3.1.

Tabel 3.1. Overzicht onderzoekslocaties.

Adres	Meetpunten schade	Meetpunt hinder
Dorpstraat 21A	Vast punt gevel begane grond	Vloerveld slaapkamer 1 ^e verdieping
Tilburgseweg 20	Vast punt gevel begane grond	Vloerveld kleine slaapkamer 1 ^e verdieping

In figuur 1 is een plattegrond weergave van de locatie van de woningen en directe omgeving van Riel opgenomen.

Ten tijde van de metingen reden voertuigen langs de woningen op korte afstand.

Het wegdek bestaat ter plaatse van de woningen uit (verschillende soorten) klinkers en de toegestane snelheid bedraagt 30 km/u. Ter hoogte van de woningen is een verkeersplateau gelegen; overige weggedeelten zijn vlak bestraat.

Omdat gedurende langere tijd is gemeten, wordt in relatie tot het laatstgenoemde gesteld dat sprake van een representatieve meetsituatie conform de SBR A en B richtlijnen. Conform de SBR richtlijnen behoeven de resultaten dan niet statistisch verwerkt te worden. Bij de keuze voor de locaties is specifiek gekozen voor woningen ter hoogte van een verkeersplateau. Reden hiervoor is dat het niet aannemelijk is dat er langs de overige weggedeelten sprake zal zijn van trillingen die schade of hinder veroorzaken.

3.2. Dorpstraat 21A

De woning aan de Dorpstraat 21A betreft een hoekwoning. De vloer van de 1^e verdieping bestaat uit lichte betondelen. De gevels bestaan uit metselwerk.



3.3. Tilburgseweg 20

De woning aan de Tilburgseweg 20 betreft een vrijstaande woning. De gevels zijn gemetseld. De vloer van de 1^e verdieping bestaat uit houten vloeren met daarop een minerale wol en 2 lagen fermacell. Deze vloerconstructie/isolatie is pas na de metingen uit 2012 bekend geworden en kan opslingering veroorzaken waardoor de trillings amplitudes op deze locatie hoger kunnen uitvallen dan op een gewone ongeïsoleerde vloer. Hierdoor is het aannemelijk dat de meetresultaten op deze locatie beperkt hoger uitvallen.

In 2012 is gemeten in de slaapkamer van de ouders. De onderhavige metingen zijn uitgevoerd in de kleine slaapkamer van het kind. Dit is in overleg met de bewoners gegaan daar zo min mogelijk stoortrillingen gewenst zijn.

Het gaat hier dus om 2 vloervelden met een verschillende overspanning. De vloeroverspanning van de kinderkamervloer bedraagt ongeveer de helft van de overspanning van de ouderkamervloer waardoor de trillingsamplitudes lager kunnen zijn. Uit de praktijk blijkt echter dat deze reductie minimaal is afhankelijk van de aanstootfrequentie en de eigenfrequentie van de vloer. Bij vrije vloeroverspanningen is dit effect sterker, bij vloeren met balken is dit in veel mindere mate het geval zoals in de onderhavige situatie; de draagconstructie van de woning dringt als het ware de trilling op in de vloer. Deze marginale trillingreductie (grote vloeroverspanning versus kleine vloeroverspanning) is evenwel niet toe te schrijven aan de aanpassingen van de weg.



4. Toetsingswaarden

4.1. Schade

Bouwwerken kunnen door verschillende omstandigheden in trilling raken. Veel bouwwerken zijn niet expliciet ontworpen om trillingen op te nemen, waardoor er kans op schade bestaat, een en ander afhankelijk van de aard en de constructiewijze van het bouwwerk en de aard, de sterkte en de frequentie van de trillingen. Daar verificatie van de belasting op gebouwen door trillingen in relatie met het incasseringsvermogen van bouwwerken in bepaalde gevallen wenselijk is, is in 1993 door de Stichting Bouwresearch (SBR) een richtlijn (nr. 1) opgesteld voor het meten en beoordelen van schade aan bouwwerken door trillingen. In augustus 2002 is de SBR-richtlijn 1 vervangen door de SBR-richtlijn A: 'Schade aan Gebouwen'.

De meet- en beoordelingsrichtlijn A, "Schade aan gebouwen" bevat richtlijnen voor het meten en beoordelen van schade aan gebouwen. De richtlijn maakt onderscheid in de constructiewijze en de staat van het bouwwerk. Hierbij wordt de volgende verdeling van bouwwerken aangehouden:

Categorie 1:

In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout.

Onderdelen van een bouwwerk, die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijv. scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout. Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, die bestaan uit metselwerk, zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.

Categorie 2:

In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk.

In goede staat verkerende onderdelen van een gebouw, die niet tot de draagconstructie behoren, zoals bijvoorbeeld scheidingsconstructies, die bestaan uit niet gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen. Een lint/stootvoeg is geen draagconstructie dan wel scheidingsconstructie. Hieronder volgt een beeldvorming.

Bouwwerk uit categorie 2

- metselwerk in goede staat (draagconstructie , onderdelen)



Categorie 3:

Onderdelen van oude en monumentale gebouwen met grote cultuurhistorische waarde. In slechte staat verkerende gebouwen uit metselwerk of in slechte staat verkerende onderdelen van gebouwen. Hieronder volgt een beeldvorming.

Bouwwerk categorie 3

- metselwerk in slechte staat (draagconstructie, onderdelen)
- oude en monumentale gebouwen (grote cultuurhistorische waarde)



Voor de toetsingswaarden is verder het type meting en het type trillingsbron van belang. Onderscheid wordt tevens gemaakt tussen trillingsgevoelige funderingen en niet trillingsgevoelige funderingen.

In onderhavige situatie is voor beide woningen gekozen voor:

- Gebouwen in categorie 2 (in goede staat verkerend gebouw bestaande uit metselwerk).
- Herhaald voorkomende trillingen (korte trillingspuls die daarna snel uitdempt, weinig kans op resonanties zoals bij wegverkeer).
- Indicatieve meting.

Uit het onderzoek blijkt dat trillingen optreden met een frequentie van circa 10 Hz. De karakteristieke grenswaarde voor de fundering en begane grond bedraagt 5 mm/s voor gebouwen in categorie 2. In verband met de herhaald kortdurende trillingen dient een veiligheidsfactor van 1,5 te worden toegepast. Dit betekent dat de laagste toetsingswaarde $5/1,5 = 3,3$ mm/s bedraagt voor de begane grond.

Hieronder volgt de tabel met de frequentieafhankelijke karakteristieke grenswaarden.

f [Hz]	cat. 1	cat. 2	cat. 3	fund.
0	20,00	5,00	3,00	
5	20,00	5,00	3,00	31,83
10	20,00	5,00	3,00	15,92
15	22,50	6,25	3,63	10,61
20	25,00	7,50	4,25	7,96
25	27,50	8,75	4,88	6,37
30	30,00	10,00	5,50	5,31
35	32,50	11,25	6,13	4,55
40	35,00	12,50	6,75	3,98
45	37,50	13,75	7,38	3,54
50	40,00	15,00	8,00	3,18
55	41,00	15,50	8,20	2,89
60	42,00	16,00	8,40	2,65
65	43,00	16,50	8,60	2,45
70	44,00	17,00	8,80	2,27
75	45,00	17,50	9,00	2,12
80	46,00	18,00	9,20	1,99
85	47,00	18,50	9,40	1,87
90	48,00	19,00	9,60	1,77
95	49,00	19,50	9,80	1,68
100	50,00	20,00	10,00	1,59

4.2. Hinder

In 1993 is door de Stichting Bouwresearch (SBR) een richtlijn (nr. 2) opgesteld voor het meten en beoordelen van hinder voor personen in gebouwen door trillingen. In augustus 2002 is de SBR-richtlijn 2 vervangen door de SBR-richtlijn B: hinder voor personen in gebouwen.

De meet- en beoordelingsrichtlijn B, "Hinder voor personen in gebouwen" bevat richtlijnen voor het meten en beoordelen van hinder voor personen. De richtlijn maakt onderscheid in de functie van het gebouw, aard van de trillingsbron en in bestaande, gewijzigde en nieuwe situaties.

In de Richtlijn vindt de beoordeling plaats door middel van A_1 , A_2 en A_3 :

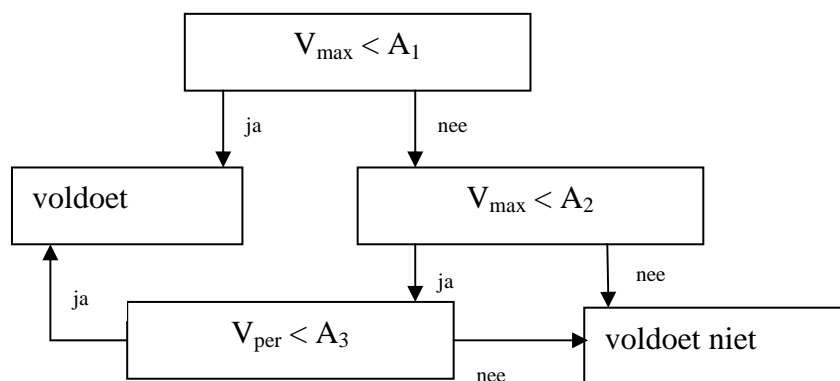
- A_1 is de onderste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{\max} ;
- A_2 is de bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{\max} ;
- A_3 is de streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per} .

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

Er wordt voldaan aan de streefwaarden indien:

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

De procedure voor de beoordeling van V_{\max} en V_{per} is in het onderstaande stroomschema aangegeven.



In de richtlijn zijn de streefwaarden onder andere gebaseerd op de functie van het gebouw waar de trillingen beoordeeld moeten worden en de aard van de trillingsbron. In de onderhavige situatie worden de optredende trillingen beschouwd als herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd. De situatie kan worden beschouwd als een bestaande situatie daar de woningen en de wegen reeds jaren als zodanig aanwezig zijn.

In tabel 4.1 zijn de streefwaarden opgenomen.

Tabel 4.1. Overzicht streefwaarden hinder.

Norm	Dag/avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
SBR richtlijn B – Wonen (bestaande situatie)	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1

Toetsing zal plaatsvinden voor de dag/avond- en nachtperiode daar het wegverkeer plaatsvindt in deze perioden.

5. Trillingsmetingen

5.1. Algemeen

De onbemande metingen zijn uitgevoerd van Woensdagavond 6 januari 2016 tot en met Woensdagavond 13 januari 2016.

In bijlage 5 zijn onderstaande termen en definities omschreven inzake “schade” en “hinder”.

In tabel 5.1 is een overzicht opgenomen van de uitgevoerde metingen.

Tabel 5.1. Overzicht trillingsmetingen.

Adres	Meetpunt	Parameter	Bijlage
Dorpstraat 21A	Buitengevel begane grond in stijf punt	V_{top}	1
	Midden vloerveld 1 ^e verdieping (slaapkamer)	$V_{eff,max}$	2
Tilburgseweg 20	Buitengevel begane grond in stijf punt	V_{top}	3
	Midden vloerveld 1 ^e verdieping (kleine slaapkamer)	$V_{eff,max}$	4

Op alle locaties zijn in drie richtingen (1 verticaal en 2 horizontaal) de optredende trillingen geregistreerd.

Bij de metingen is gebruik gemaakt van de in tabel 5.2 vermelde meetapparatuur. Deze meetapparatuur voldoet aan de specificaties uit de SBR richtlijnen.

Tabel 5.2. Gebruikte meetapparatuur.

Omschrijving	Merk	Type
Trillingsanalyser	Profound	Vibra SBR +
3-D trillingsopnemer	Profound	Vibra SBR +

5.2. Meetresultaten

5.2.1. Algemeen

Schade

De pieken, zoals gemeten gedurende de meetperiode, zijn middels specifiek trace onderzoek op de oorzaak beoordeeld; zijn het stoten geweest (bijv. vanuit de woning) of is de oorzaak het wegverkeer geweest. In bijlage 1 is de methodiek aangegeven. De in de onderhavige rapportage gepresenteerde maximale waarden zijn afkomstig van het wegverkeer. Pieken met een frequentie lager dan 1 Hz worden tevens geëlimineerd in verband met de onnauwkeurigheid die de sample frequentie veroorzaakt.

Hinder

Stoortrillingen ten gevolge van lopen in de slaapkamer van de woning Dorpstraat 21A en Tilburgseweg 20 heeft niet plaatsgevonden daar de bewoners gedurende de meetperiode hier niet gelopen en/of geslapen hebben.

5.2.2. Schade

In tabel 5.3 zijn de meetresultaten samengevat. Zie ook bijlage 1 en 3. In de tabel zijn de hoogste meetwaarden opgenomen relaterend aan het wegverkeer.

Tabel 5.3. Meetresultaten schade

Meetlocatie	Hoogste optredende meetwaarden van V_{top} [mm/s]		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X - Richting horizontaal 1 Channel 2	Y - Richting horizontaal Channel 3
Dorpstraat 21A	0,37	0,13	0,18
Tilburgseweg 20	0,90	0,27	0,66

5.2.3. Hinder

In tabel 5.4 zijn de meetresultaten samengevat voor de dag- en avondperiode. Zie ook bijlage 2 en 4. In de tabel zijn de hoogste meetwaarden opgenomen relaterend aan het wegverkeer.

Tabel 5.4. Meetresultaten hinder; dag- en avondperiode

Meetlocatie	Hoogste optredende meetwaarden van $V_{eff,max}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal 1 Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dorpstraat 21A	0,41	0,17	0,35
Tilburgseweg 20	1,26	0,52	0,62

In tabel 5.5 zijn de meetresultaten samengevat voor de nachtperiode. Zie ook bijlage 2 en 4. In de tabel zijn eveneens de hoogste meetwaarden opgenomen relaterend aan het wegverkeer.

Tabel 5.5. Meetresultaten hinder; nachtperiode

Meetlocatie	Hoogste optredende meetwaarden van $V_{eff,max}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal 1 Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dorpstraat 21A	0,28	0,12	0,27
Tilburgseweg 20	0,62	0,21	0,16

6. Toetsing trillingsimmissie

6.1. Schade

De uitgevoerde metingen maken onderdeel uit van een indicatief onderzoek. De gemeten niveaus moeten daarom met een factor 1,6 worden vermenigvuldigd om te verrekenen dat door het beperkte aantal meetpunten niet de hoogst mogelijke trillingssterkte is gemeten.

Tabel 6.1 geeft een overzicht van de te toetsen trillingssterkte waarbij de hoogste waarde uit tabel 5.3 representatief is.

Tabel 6.1. Toetsing voor schade.

Woning	Gemeten V_{top} [mm/s]	Veiligheidsfactor	Rekenwaarde trillingssterkte	Toetsingswaarde [mm/s]	Resultaat
Dorpstraat 21A	0,37	1,6	0,59	3,33	Voldoet
Tilburgsewg 20	0,90	1,6	1,44	3,33	Voldoet

Uit het bovenstaande blijkt dat op de woningen de toetsingswaarde van 3,33 mm/s niet wordt overschreden. De kans op schade is kleiner dan 1% en daarmee volgens de richtlijn aanvaardbaar.

6.2. Hinder

De hoogste waarden voor de $V_{eff,max}$ zijn opgenomen in tabel 6.2 voor de dag- en avondperiode. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 6.2 gegeven.

Tabel 6.2. Toetsing voor hinder; dag- en avondperiode

Meetlocatie	$V_{eff,max}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing	Vervolg
Dorpstr 21A, slaapkamer	0,41	0,2	Voldoet niet	0,8	Voldoet	Bepaling V_{per}
Tilburgsewg 20, slaapkamer	1,26	0,2	Voldoet niet	0,8	Voldoet niet	Nader overleg

* waarde uit de SBR richtlijn (dag- en avondperiode)

De hoogste waarden voor de $V_{eff,max}$ zijn opgenomen in tabel 6.3 voor de nachtperiode. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 6.3 gegeven.

Tabel 6.3. Toetsing voor hinder; nachtperiode

Meetlocatie	$V_{eff,max}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing	Vervolg
Dorpstr 21A, slaapkamer	0,28	0,2	Voldoet niet	0,4	Voldoet	Bepaling V_{per}
Tilburgsewg 20, slaapkamer	0,62	0,2	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	Nader overleg

* waarde uit de SBR richtlijn (nachtperiode)

6.3. Toetsing inzake hinder

6.3.1. Beide woningen

Uit tabel 6.2 en tabel 6.3 blijkt dat de onderste en bovenste streefwaarde uit de SBR richtlijn B wordt overschreden voor de dag-, avond- en nachtperiode voor de woning Tilburgseweg 20. Derhalve treedt normaal gesproken hinder op. De hinderkwalificatie is “matige hinder” tot “hinder”.

Inzake de woning Dorpstraat 21A treedt alleen overschrijding op van de onderste streefwaarde voor de dag-, avond- en nachtperiode.

De V_{per} is inzake deze woning aanvullend bepaald teneinde naast de pieken ook een gemiddelde hinderbeleving te beoordelen.

6.3.2. Dorpstraat 21A

Uit bijlage 2 (Dorpstraat 21A) blijkt de V_{per} voor alle richtingen minder dan de grenswaarde van $A_3 = 0,1$ te bedragen voor de dag-, avond- en nachtperiode.

Voor de dag-, avond- en nachtperiode is hinder niet waarschijnlijk geacht.

6.3.3. Verhouding trillingen met eerder onderzoek

Relaterend aan het trillingonderzoek AV.1017 de datum 11 juni 2012 wordt het volgende geconstateerd.

Schade

Inzake de Dorpstraat 21A is de $V_{top,max}$ gedaald van 1,18 naar 0,37. Dit is een reductie van ca. 68%.

Inzake de Tilburgseweg is de $V_{top,max}$ gedaald van 1,44 naar 0,90. Dit is een reductie van ca. 37%.

Hinder

Dag- en avondperiode

Inzake de Dorpstraat 21A is de $V_{eff,max,max}$ gedaald van 0,80 naar 0,41. Dit is een reductie van ca. 49%.

Inzake de Tilburgseweg 20 is de $V_{eff,max,max}$ gedaald van 3,24 naar 1,26. Dit is een reductie van ca. 61%.

Nachtperiode

Inzake de Dorpstraat 21A is de $V_{eff,max,max}$ gelijk gebleven (van 0,29 naar 0,28).

Inzake de Tilburgseweg 20 is de $V_{eff,max,max}$ gedaald van 2,05 naar 0,62. Dit is een reductie van ca. 70%.

Zoals reeds gemeld is inzake de Tilburgseweg 20 de reductie niet volledig toe te schrijven aan de aanpassingen aan de weg. Het verschil in trillingreductie tussen de ouderkamervloer en de kinderkamervloer is echter marginaal.

7. Conclusie en evaluatie

Uit de resultaten van het voorliggend onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd.

Schade

Aan de normen voor schade wordt voldaan. De kans op schade is aanvaardbaar klein (kans < 1%). Schade aan de woningen ten gevolge van het wegverkeer is niet waarschijnlijk.

Hinder

Ten gevolge van het verkeer treden voelbare trillingen op in de woningen.

Dorpstraat 21A

Voor de dag-, avond- en nachtperiode is hinder niet waarschijnlijk geacht.

Tilburgseweg 20

Voor de dag-, avond- en nachtperiode is hinder waarschijnlijk geacht. De hinderkwalificatie is "matige hinder" tot "hinder. Naar alle waarschijnlijkheid is de vloersamenstelling mede inherent aan de kwalificatie.

Trillingreductie

De gemeente Goirle heeft recentelijk aanpassingen verricht aan de verkeersplateaus. Dit komt tot uiting in de over het algemeen aanzienlijke trillingreductie.

AV-CONSULTING B.V.
Raadgevende ingenieurs

FIGUUR 1

FIGUUR 1

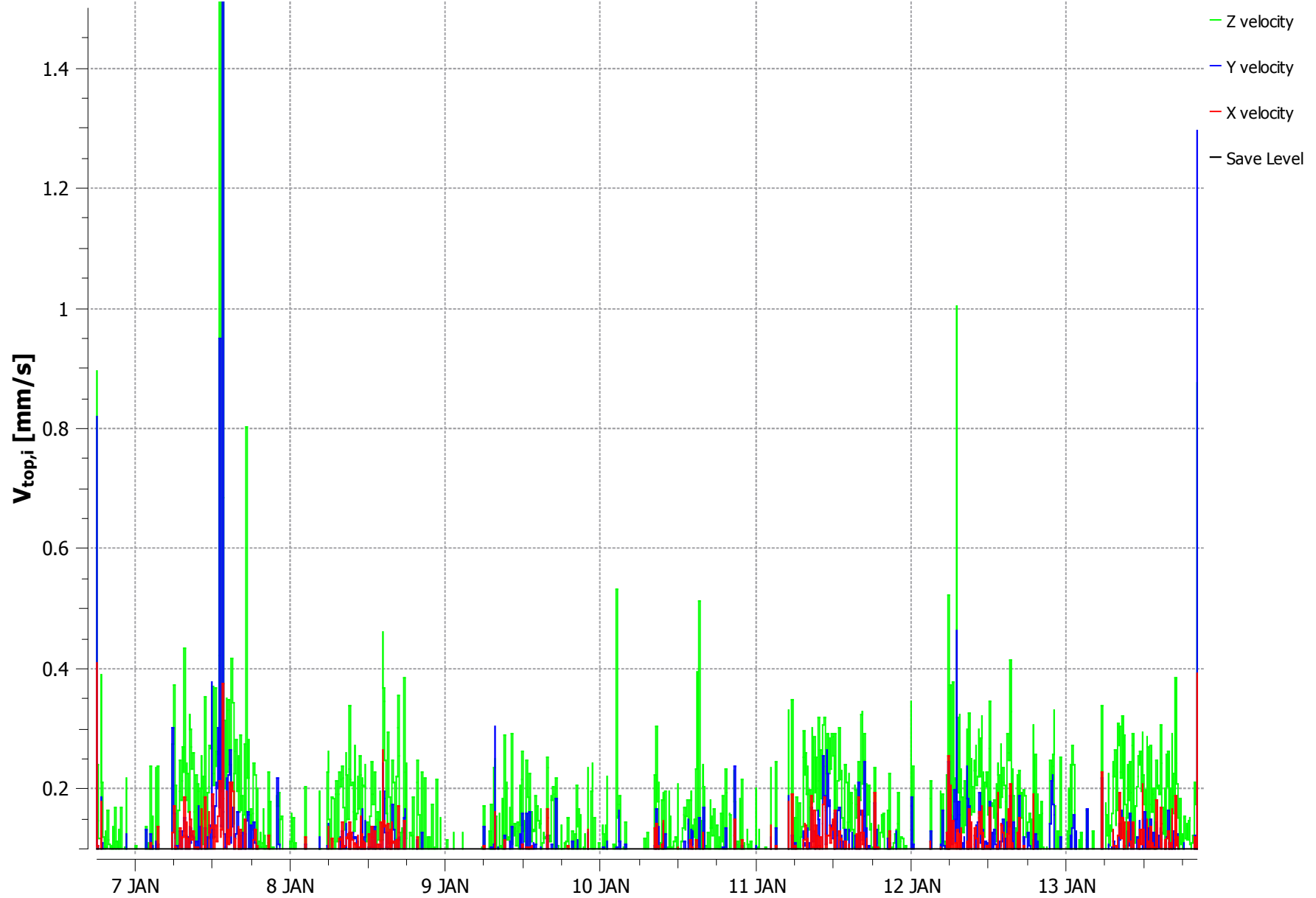
Situatieoverzicht woningen te Riel

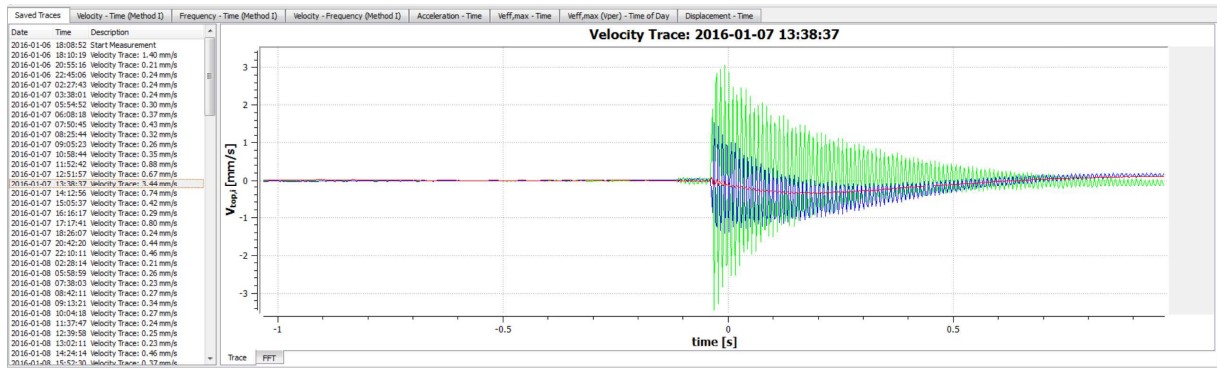


Bijlage 1

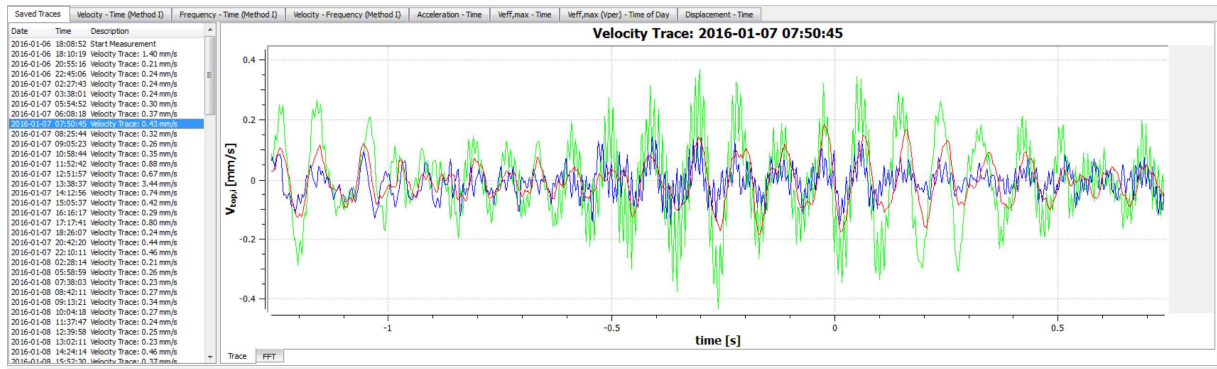
Meetresultaten - Dorpstraat 21A - schade

Dorpstraat 21A te Riel; SBR A metingen aan de gevel



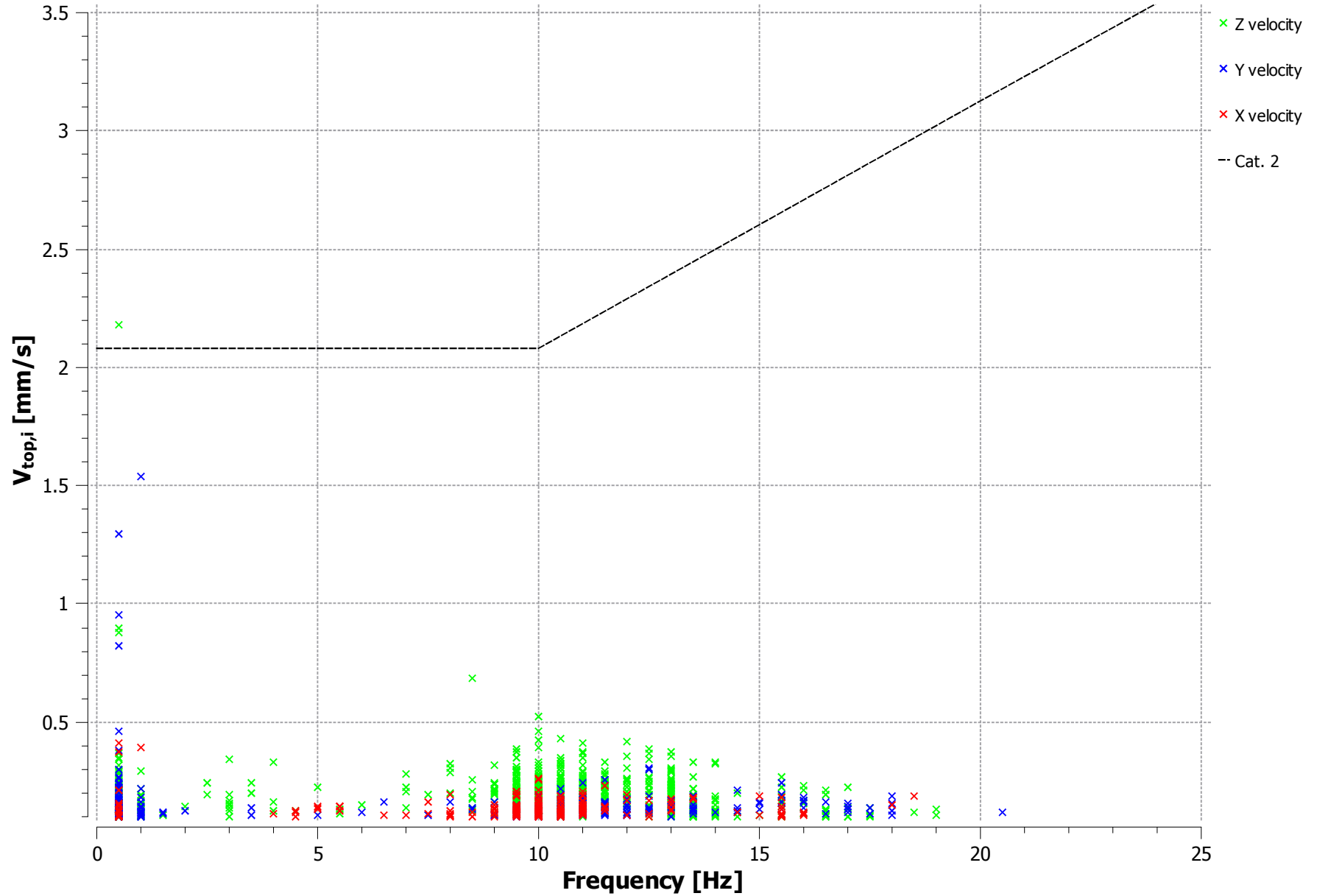


Een impuls of stootsignaal ↑



Wegverkeer signaal ↑

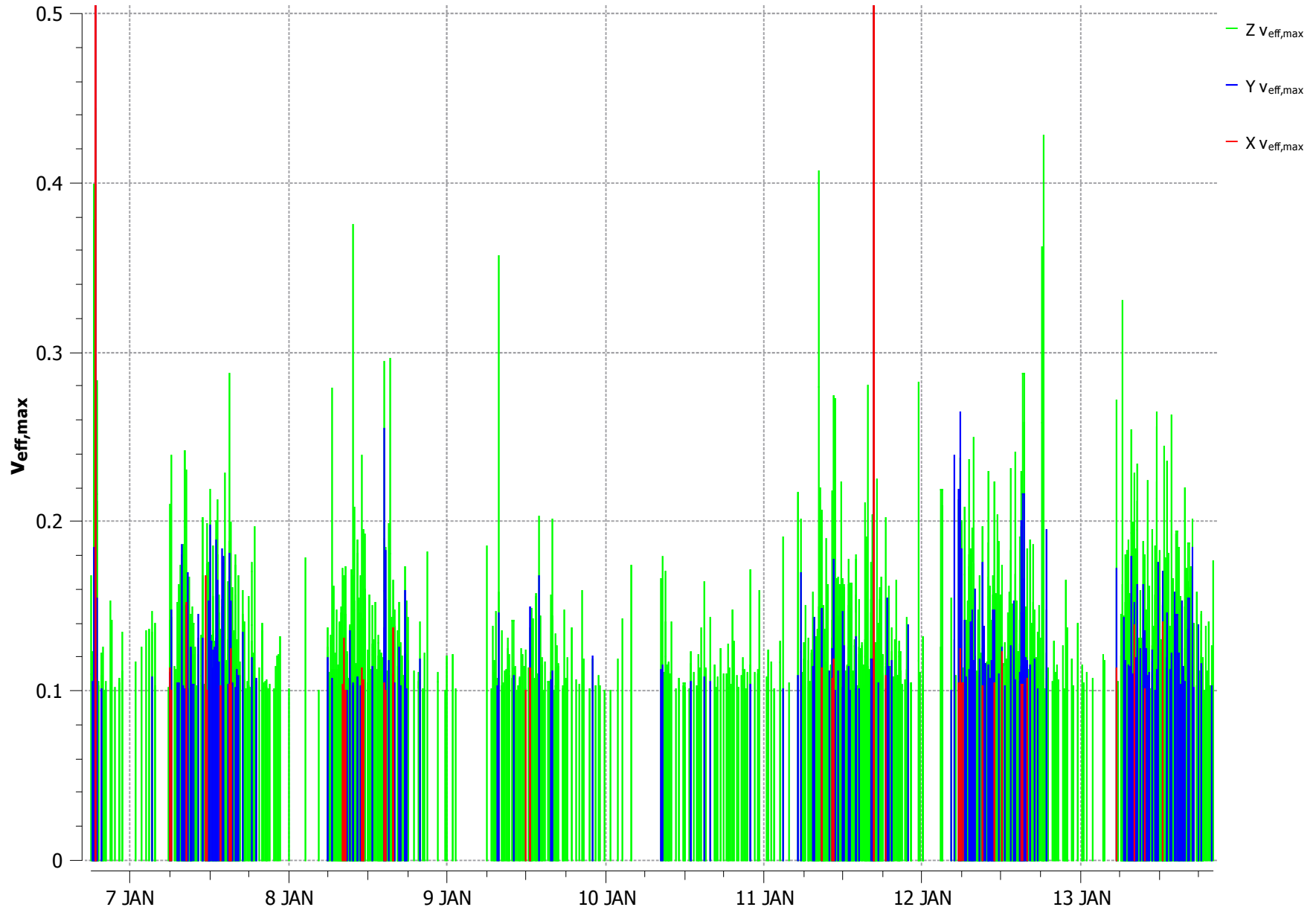
Dorpstraat 21A te Riel; SBR A metingen aan de gevel



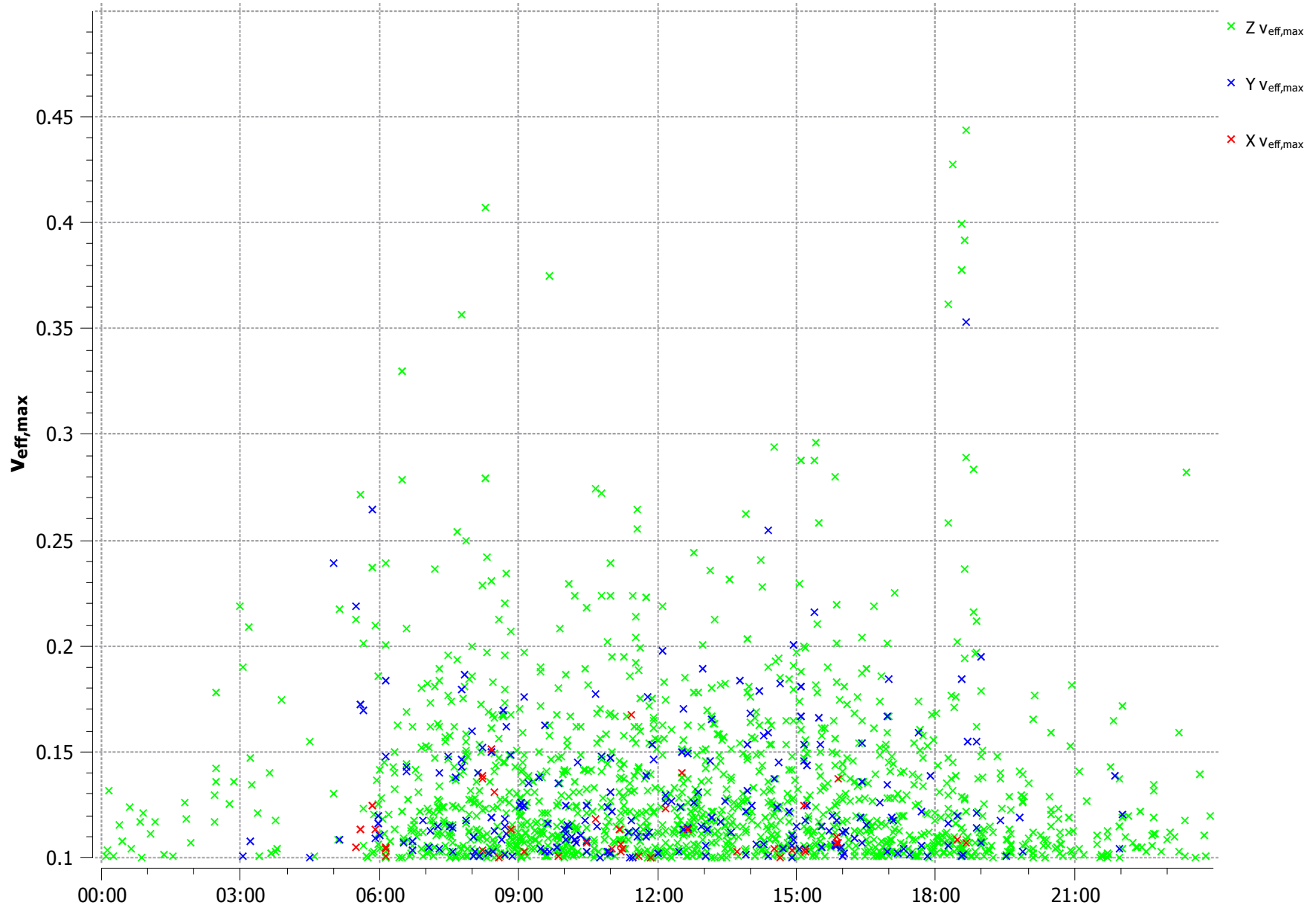
Bijlage 2

Meetresultaten – Dorpstraat 21A – hinder

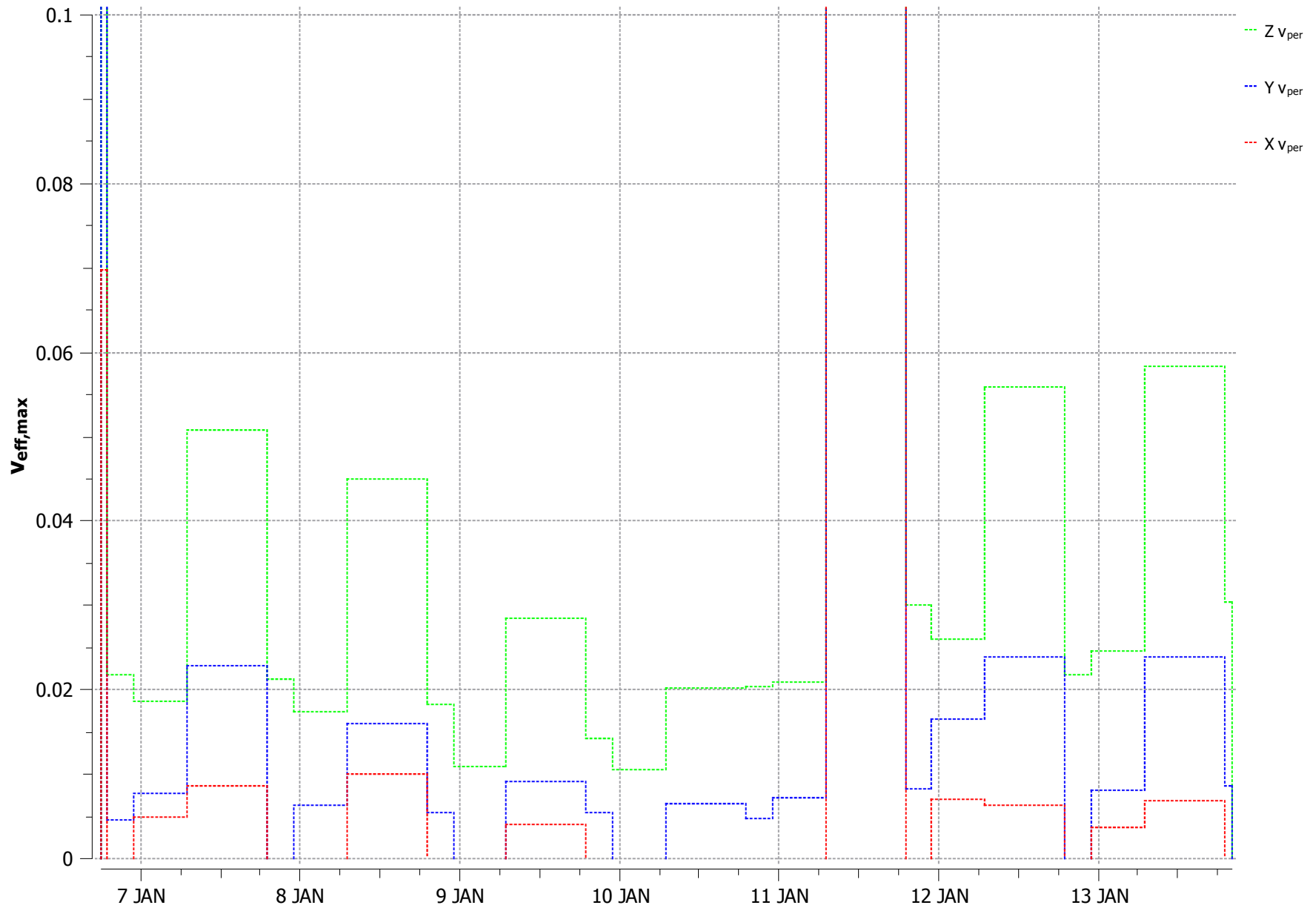
Dorpstraat 21A te Riel; SBR B metingen op de vloer



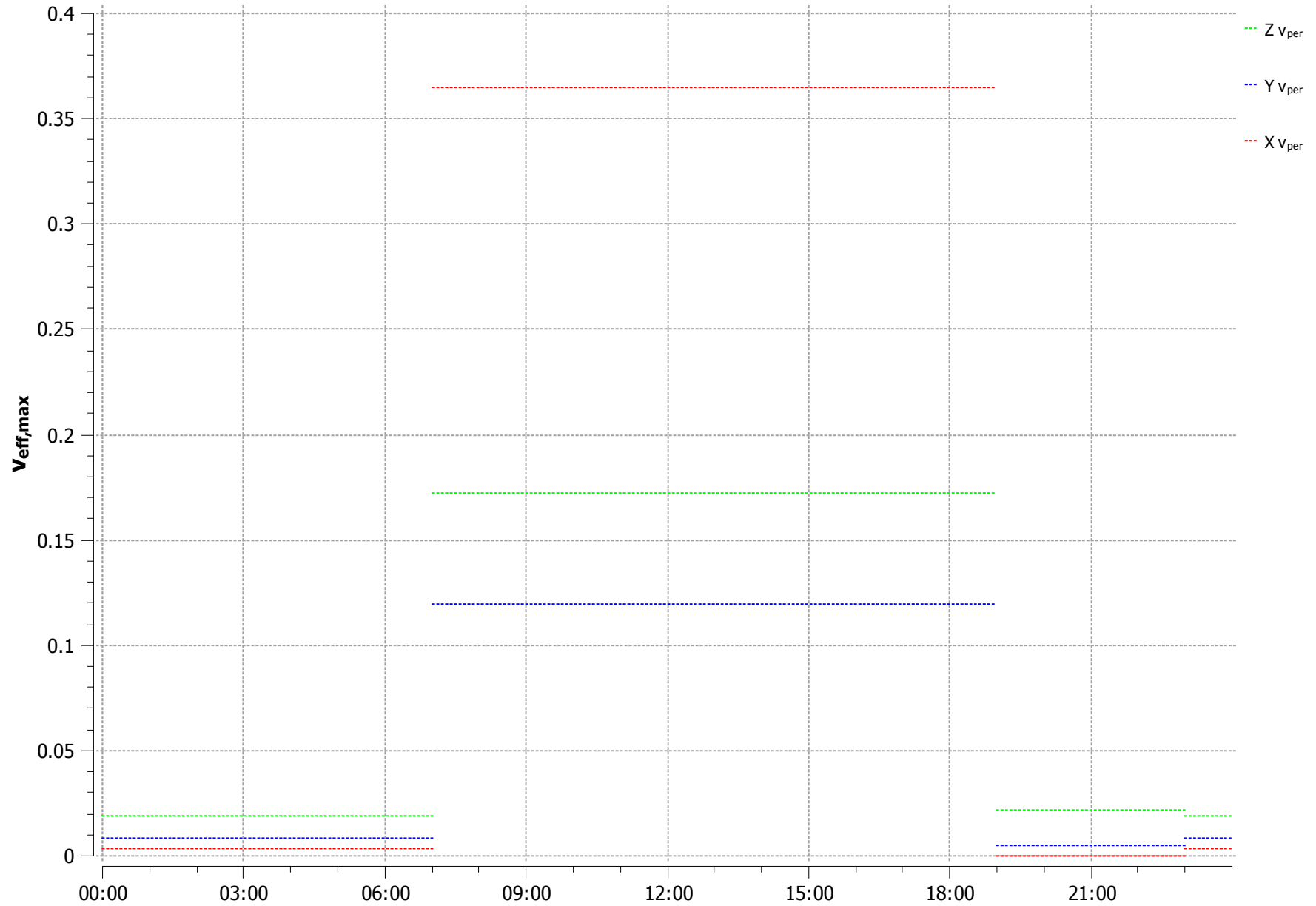
Dorpstraat 21A te Riel; SBR B metingen op de vloer



Dorpstraat 21A te Riel; SBR B metingen op de vloer



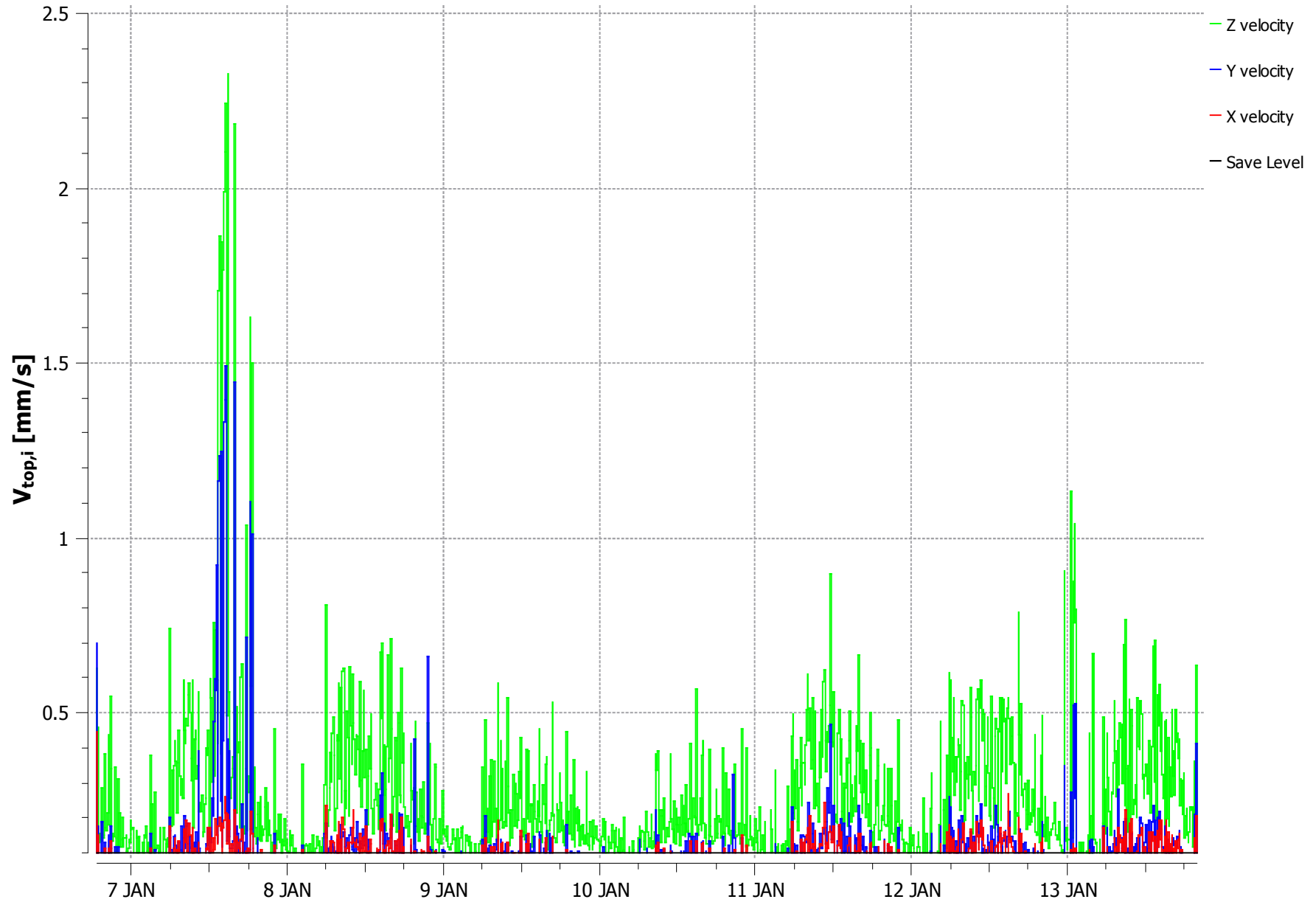
Dorpstraat 21A te Riel; SBR B metingen op de vloer

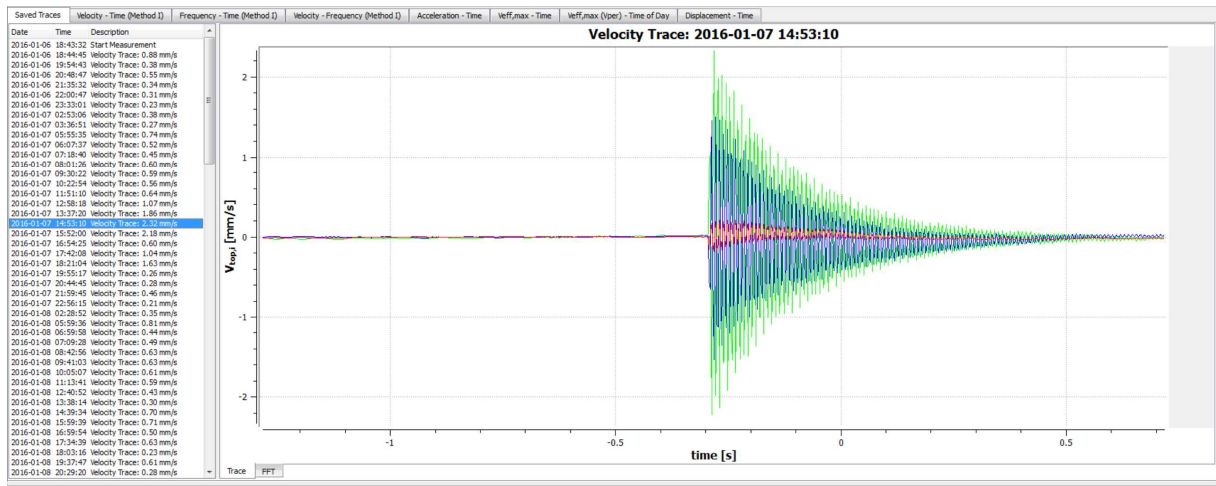


Bijlage 3

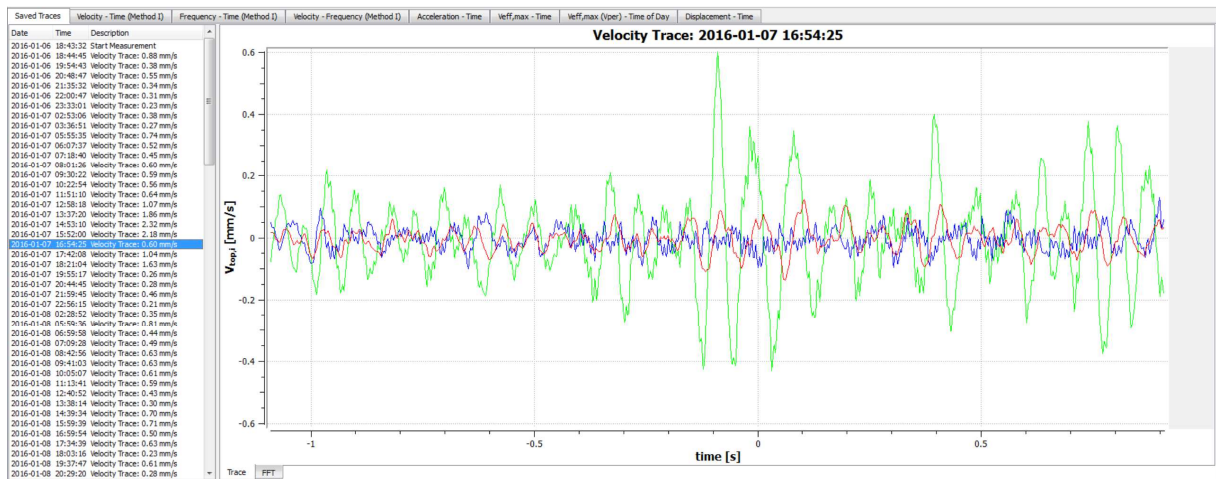
Meetresultaten - Tilburgseweg 20 - schade

Tilburgseweg 20 te Riel; SBR A metingen aan de gevel



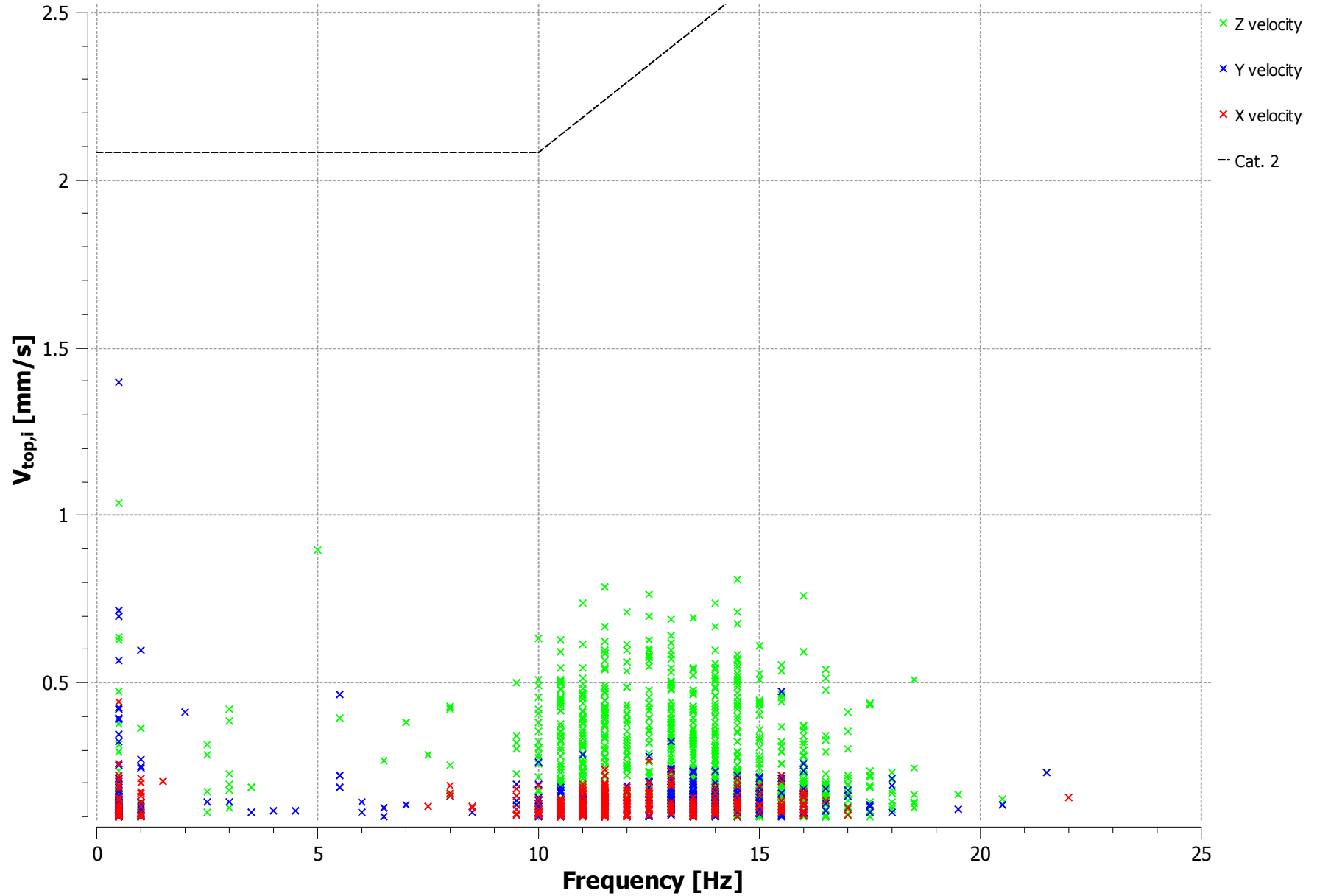


Een impuls of stootsignaal ↑



Wegverkeer signaal ↑

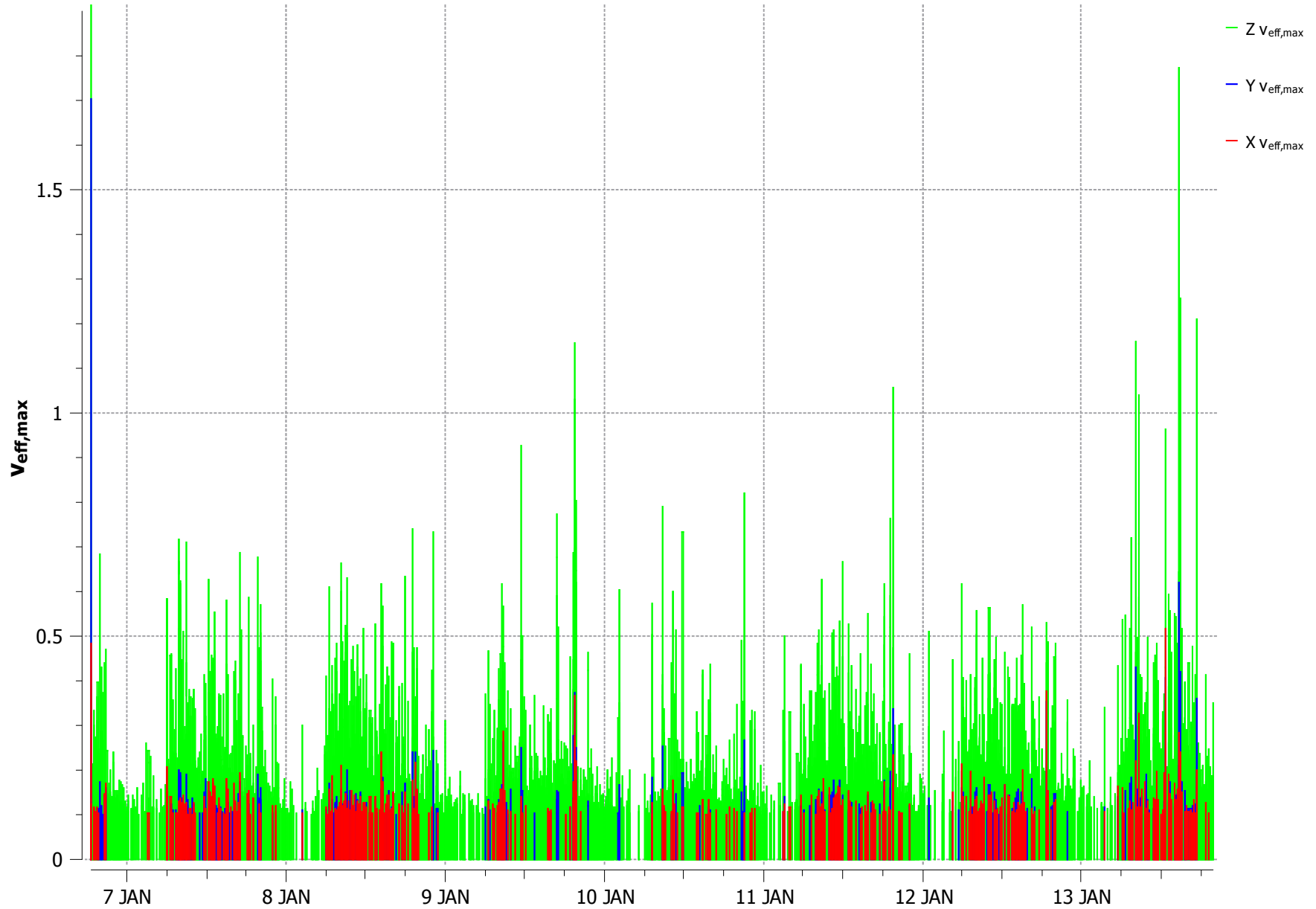
Tilburgseweg 20 te Riel; SBR A metingen aan de gevel



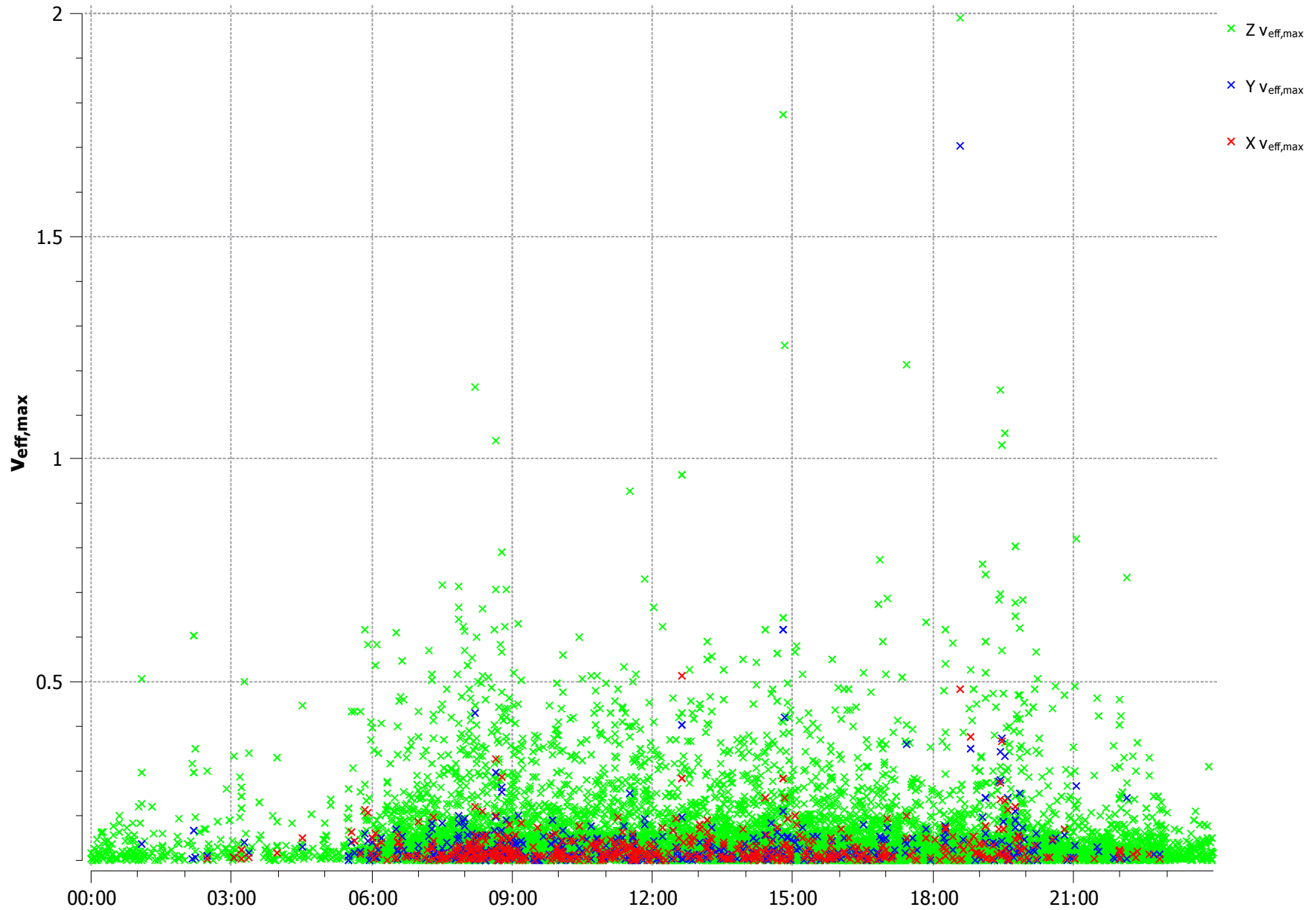
Bijlage 4

Meetresultaten – Tilburgseweg 20 – hinder

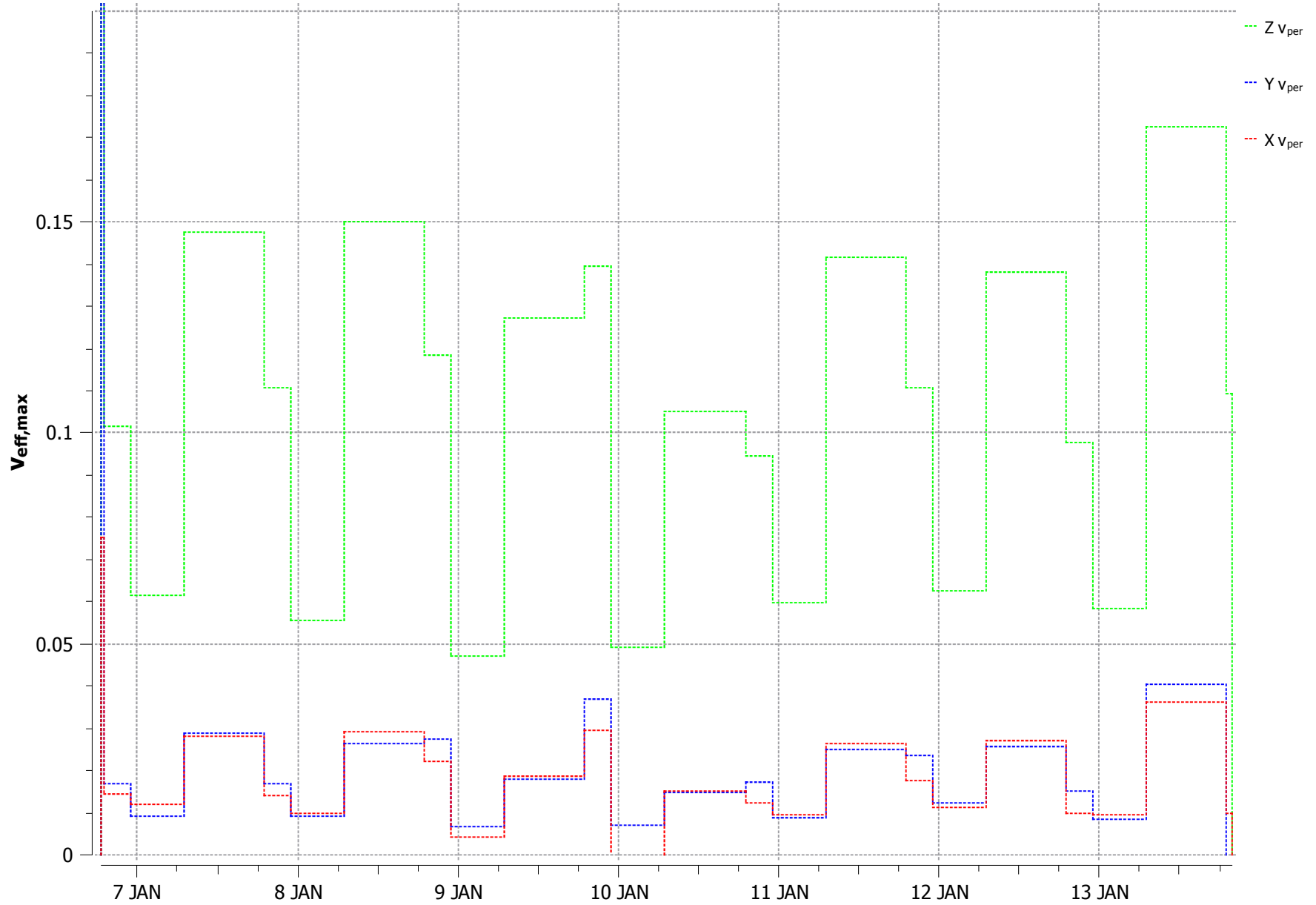
Tilburgseweg 20 te Riel; SBR B metingen op de vloer



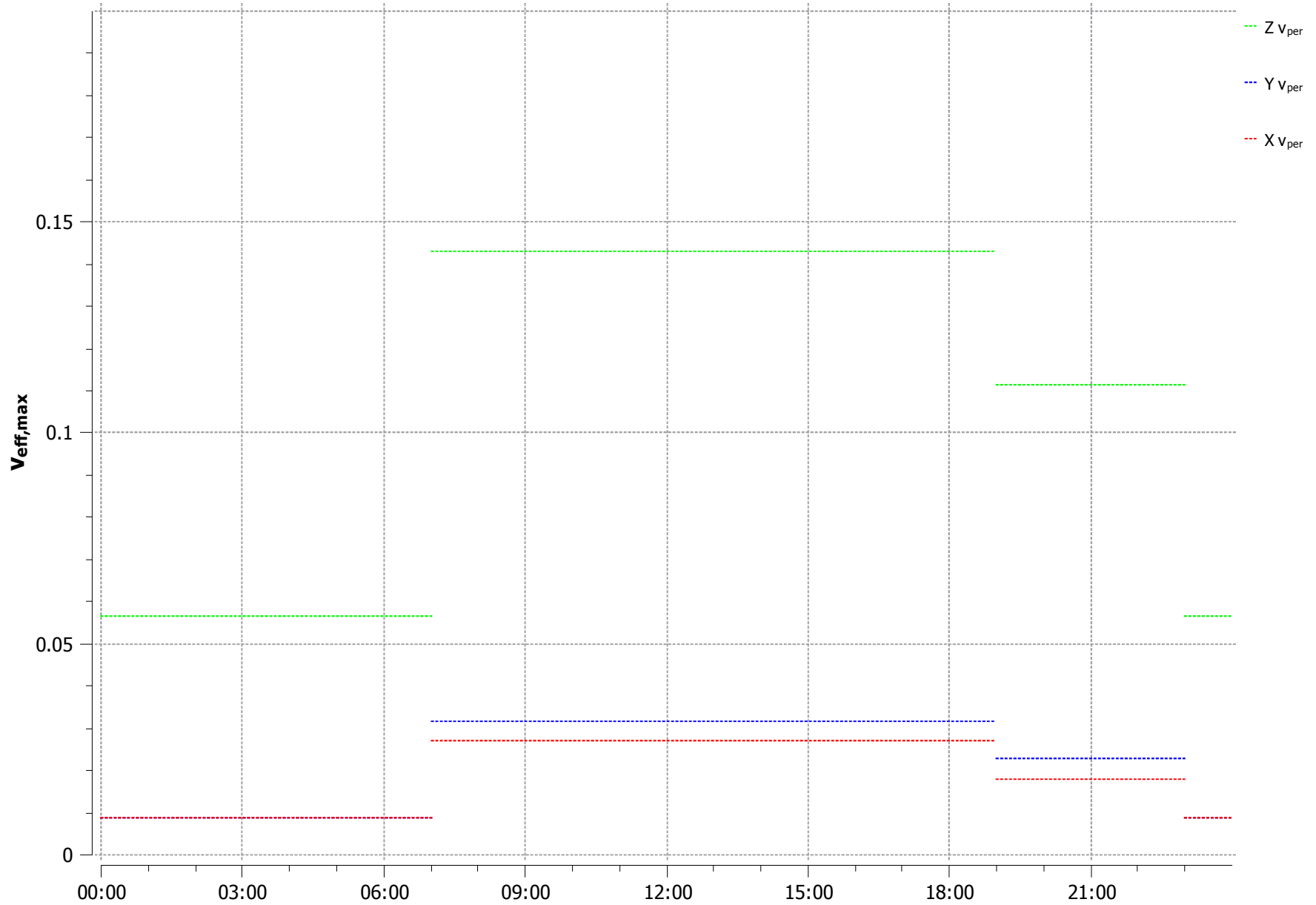
Tilburgseweg 20 te Riel; SBR B metingen op de vloer



Tilburgseweg 20 te Riel; SBR B metingen op de vloer



Tilburgseweg 20 te Riel; SBR B metingen op de vloer



Bijlage 5

Omschrijving termen en definities

Schade

4. TERMEN EN DEFINITIES

Opmerking: de termen en definities zijn, voor zover van toepassing, in overeenstemming met NEN ISO 2041 [5].

FREQUENTIE: de reciproque van de trillingstijd.

DOMINANTE FREQUENTIE: de overheersende frequentie in dat deel van het signaal waar de topwaarde optreedt.

AMPLITUDE-FREQUENTIEKARAKTERISTIEK: de verhouding tussen ingaand en uitgaand signaal van een systeem bij een frequentie, gegeven voor een bepaald frequentie-interval.

DRAAGCONSTRUCTIE: het deel van een gebouw dat ervoor zorgt dat het gebouw als geheel en in het bijzonder de vloeren hun dragende functie kunnen blijven vervullen.

INTEGRITEIT: samenhang van de delen zonder noemenswaardige scheurvorming of degradatie in sterkte.

Meetpunt: positie op een object waar een trillingsgrootheid (versnelling, snelheid, verplaatsing) wordt gemeten.

MEETRICHTING: de richting waarin de trillingsgrootheid (versnelling, snelheid, verplaatsing) in een meetpunt wordt gemeten.

MEETDUUR: de tijdsduur waarin met één configuratie meetpunten een meting wordt uitgevoerd.

MOMENTANE WAARDE: de waarde van een variërende grootheid op een zeker tijdstip.

METING: het bepalen van de momentane waarde van de trillingsgrootheid gedurende een zeker aaneengesloten tijdsinterval door middel van een meetmethode.

SNELHEID: een vectoriële grootheid die de tijdsafgeleide van de verplaatsing weergeeft.

SPECTRALE DICHTHEIDFUNCTIE: het in de tijd gemiddelde kwadraat van een over een voldoende klein frequentie-interval gefilterde trillingsgrootheid (versnelling, snelheid, verplaatsing) gedeeld door de breedte van het frequentie-interval.

TOPWAARDE: de in absolute zin grootste afwijking van de momentane waarde van een grootheid ten opzichte van de gemiddelde waarde.

TRILLING: een variatie van een grootheid (verplaatsing, snelheid, versnelling) als functie van de tijd, die de beweging of de positie van een systeem beschrijft waarbij de grootheid afwisselend groter en kleiner is dan een gemiddelde waarde.

CONTINUE TRILLING: een trilling, die zodanige tijd continu aanwezig is dat resonantie kan optreden.

KORTDURENDE TRILLING: trilling met een kortdurend (doorgaans korter dan enkele seconden), uitdempend karakter. De trilling wordt veroorzaakt bij een stootvormige excitatie.

HERHAALDE KORTDURENDE TRILLING: een kortdurende trilling die meermalen voorkomt, steeds gescheiden door een tijdsinterval waarin een rustsituatie heerst.

TRILLINGSSTERKTE (ENGENLS: VIBRATION SEVERITY): in het algemeen de aanduiding van de sterkte van de trilling in relatie tot het van belang zijnde trillingseffect. In het geval van schade wordt onder de trillingssterkte verstaan de topwaarde van een trillingsgrootheid in combinatie met de dominante frequentie.

TRILLINGSTIJD: de kleinste verschuiving in de tijd waarbij een periodieke tijdsfunctie met zichzelf samenvalt.

VERPLAATSING: een vectoriële grootheid die de verandering van een positie van een lichaam of van een punt aanduidt ten opzichte van een zekere referentie.

VERSNELLING: een vectoriële grootheid die de tijdsafgeleide van de snelheid weergeeft.

5. EENHEDEN EN GROOTHEDEN

5.1. Eenheden

De te gebruiken eenheden en grootheden moeten in overeenstemming zijn met het Internationale Stelsel van Eenheden (SI), zoals vermeld in hoofdstuk 4 (tabel 6, 8 en 9) en bijlage A, beide van NEN 999:1977 en met NEN 1000:1986.

5.2. Grootheden

Opmerking: de hierna gegeven afgeleide eenheden worden in het kader van deze richtlijn bij voorkeur aangehouden.

a	versnelling, in m/s^2
v	snellheid, in mm/s
u	verplaatsing, in μm
f	frequentie, in Hz
f_e	eigenfrequentie, in Hz
T	trillingstijd, in s
g	zwaartekrachtversnelling ($9,81 m/s^2$)

5.3. Gehanteerde symbolen

De verder in deze richtlijn gehanteerde symbolen zijn hieronder weergegeven.

f	frequentie, in Hz
f^*	frequentie in Hz, waarvoor $\phi(f) = 0$
f_{max}	grensfrequentie van het laagdoorlaatfilter, in Hz
f_{min}	grensfrequentie van het hoogdoorlaatfilter, in Hz
f_o	kantelfrequentie van het wegingsfilter, $f_o = 5,6$ Hz
t	tijd, in s
$V(t)$	momentane waarde van de gewogen trillingsgrootheid, dimensieloos
V_{stat}	de statistische bepaalde topwaarde van een trillingssnelheid
V_{top}	de grootste trillingssnelheid (in absolute zin) gedurende de gehele meetperiode
$V_{top,i}$	de grootste trillingssnelheid (in absolute zin) in het meetinterval i
V_d	rekenwaarde van de topwaarde van de trillingssnelheid
V_{kar}	karakteristieke waarde van de grenswaarde
V_r	rekenwaarde van de grenswaarde
γ_v	partiële veiligheidsfactor die het type meting in rekening brengt
γ_t	partiële veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt
$\phi(f)$	maximale referentie fase-frequentie-karakteristiek voor het meetsysteem, in graden
$\phi_m(f)$	de fase-frequentiekarakteristiek van het meetsysteem, in graden
$\phi^*(f)$	referentie fase-frequentiekarakteristiek, in graden
$\Delta\phi(f)$	toelaatbare faseafwijking van het meetsysteem ten opzichte van de referentie fase-frequentie karakteristiek, in graden

Bijlage 5

Omschrijving termen en definities

Hinder

4. TERMEN EN DEFINITIES

Opmerking: de termen en definities zijn, voor zover van toepassing, in overeenstemming met NEN-ISO 2041 [3]

AMPLITUDE-FREQUENTIEKARAKTERISTIEK: de verhouding tussen ingaand en uitgaand signaal van een meetsysteem als functie van de frequentie, gegeven in een zeker frequentie-interval.

BEOORDELINGSPERIODE: een tijdsinterval waarin een dag wordt verdeeld voor de toetsing van de trillingssterkte aan de streefwaarden:

de dagperiode van 07.00 uur tot 19.00 uur;
de avondperiode van 19.00 uur tot 23.00 uur;
de nachtperiode van 23.00 uur tot 07.00 uur.

CONTINUE TRILLING: een trilling die ten opzichte van de grootste trillingstijd (laagste eigenfrequentie) gedurende een lange tijd aanwezig is.

FREQUENTIE: de reciproque van de trillingstijd.

HERHAALD VOORKOMENDE TRILLING: kortdurende trilling door weg- of railverkeer (waaronder ook heftrucks, bulldozers, kranen op rails en dergelijke) met een repeterend karakter.

KORTDURENDE TRILLING: trilling met een kortdurend (doorgaans korter dan enkele seconden), uitdempend karakter. De trilling wordt veroorzaakt door een stootvormige excitatie.

NIET-STATIONAIRE TRILLING: continue trilling waarvan de sterkte als functie van de tijd niet constant is, of een kortdurende trilling.

MEETDUUR: tijdsduur waarin met één configuratie meetpunten een meting wordt uitgevoerd.

MEETPUNT: positie waar een trillingsgrootte (versnelling, snelheid, verplaatsing) wordt gemeten.

MEETRICHTING: de richting waarin de trillingsgrootte (versnelling, snelheid, verplaatsing) in een meetpunt wordt gemeten.

METING: het bepalen van de momentane waarde van de trillingsgrootte gedurende een zekere aaneengesloten tijdsduur door middel van een meetmethode.

MOMENTANE WAARDE: de waarde van een variërende grootte op een zeker tijdstip.

SNELHEID: een vectoriële grootte die de tijdsafgeleide van de verplaatsing weergeeft.

STATIONAIRE TRILLING: continue trilling die gedurende een lange aaneengesloten periode met een constante sterkte voorkomt.

STREEFWAARDE: de waarde voor de trillingssterkte waarbij verwacht wordt dat er nog geen trillingshinder optreedt.

TRILLING: een variatie van een grootte (verplaatsing, snelheid, versnelling) als functie van de tijd, die de beweging of de positie van een systeem beschrijft waarbij de grootte afwisselend groter en kleiner is dan een gemiddelde waarde.

TRILLINGSSTERKTE (ENGELS: VIBRATION SEVERITY): in het algemeen de aanduiding van de sterkte of grootte van de trilling in relatie tot het van belang zijnde trillingseffect. In het geval van hinder wordt onder de trillingssterkte verstaan de effectieve waarde van de gewogen trillingsgrootte.

TRILLINGSTIJD: de kleinste verschuiving in de tijd waarbij een periodieke tijdsfunctie met zichzelf samenvalt.

TOPWAARDE: de in absolute zin grootste afwijking van een grootte ten opzichte van de gemiddelde waarde gedurende een zeker tijdsinterval.

VERPLAATSING: een vectoriële grootte die de verandering van een positie van een lichaam of van een punt aanduidt ten opzichte van een zekere referentie.

VERSNELLING: een vectoriële grootte die de tijdsafgeleide van de snelheid weergeeft

5. EENHEDEN EN GROOTHEDEN

5.1. Eenheden

De te gebruiken eenheden en grootheden moeten in overeenstemming zijn met het Internationale Stelsel van Eenheden (SI), zoals vermeld in hoofdstuk 4 (tabel 6, 8 en 9) en bijlage A, beiden van NEN 999:1977, en met NEN 1000:1986.

5.2. Grootheden

In het kader van deze meet- en beoordelingsrichtlijn worden bij voorkeur de hieronder gegeven eenheden aangehouden.

a	versnelling, in m/s^2
f	frequentie, in Hz
f _e	eigenfrequentie, in Hz
g	zwaartekrachtversnelling (9,81 m/s^2)
T	trillingstijd, in s
u	verplaatsing, in μm
v	snellheid, in mm/s

5.3. Gehanteerde symbolen

De verder in deze richtlijn gehanteerde symbolen zijn hieronder weergegeven.

A ₁	streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} , dimensieloos
A ₂	maximale waarde voor de trillingssterkte V_{max} , dimensieloos
A ₃	streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per} , dimensieloos
f	frequentie, in Hz
f*	frequentie in Hz. waarvoor $\phi(f) = 0$
f _{max}	grensfrequentie van het laagdoorlaatfilter, in Hz
f _{min}	grensfrequentie van het hoogdoorlaatfilter, in Hz
f _o	kantelfrequentie van het wegingsfilter. f _o = 5,6 Hz
H _{a(f)}	wegingfunctie trillingsversnelling, s^2/m
H _{v(f)}	wegingfunctie trillingssnelheid, s/mm
i	variabele die het interval van 30 seconden aangeeft waarin $v_{eff,max,30,i}$ is gemeten
N	aantal aaneensluitende tijdsintervallen van 30 seconden in een beoordelingsperiode: voor de dagperiode N = 1440 voor de avondperiode N = 480 voor de nachtperiode N = 960 van 23.00 tot 07.00 uur.

n	aantal gehele tijdsintervallen van 30 seconden binnen de duur van een meting
t	tijd, in s
T _b	totale tijdsduur dat een trillingsbron in bedrijf is in een beoordelingsperiode, in s
T _m	tijdsduur van de meting, in s
T ₀	tijdsduur van de beoordelingsperiode, in s
τ	tijdconstante, in s
V _{max}	grootste waarde van $v_{eff,max}$ in de beschouwde ruimte, dimensieloos
V _{per}	trillingssterkte over de beoordelingsperiode behorende bij de ruimte, dimensieloos en bepaald op basis van de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van de maxima $v_{eff,max,30,i}$. Deze waarde dient uitsluitend te worden bepaald voor het meetpunt en de meetrichting waarin de grootste waarde V_{max} voor de ruimte volgens 9.7 is bepaald.
v(t)	momentane waarde van de gewogen trillingsgrootte, dimensieloos
$v_{eff}(t)$	voortschrijdende effectieve waarde van de gewogen momentane trillingsgrootte, dimensieloos
$v_{eff,max}$	de grootste waarde van $v_{eff}(t)$ over de meetduur, dimensieloos
$v_{eff,max,30,i}$	de grootste waarde van $v_{eff}(t)$ in een tijdsinterval van 30 seconden, dimensieloos
$v_{eff,max,stat}$	de statistisch bepaalde grootste waarde van $v_{eff}(t)$ over de meetduur, dimensieloos
v_o	referentiewaarde van de wegingfunctie, $v_o = 1,0 \text{ mm/s}$
$v_{per,meet}$	de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van $v_{eff,max,30,i}$ over de meetperiode
$\phi(f)$	maximale referentie fase-frequentie karakteristiek voor het meetsysteem, in graden
$\phi_m(f)$	de fase-frequentiekarakteristiek van het meetsysteem, in graden
$\phi^*(f)$	referentie fase-frequentiekarakteristiek, in graden
$\Delta\phi(f)$	toelaatbare faseafwijking van het meetsysteem ten opzichte van de referentie fase-frequentie karakteristiek, in graden



IBAN NL15 RABO 0307 33 99 20

KvK Gouda 29037057

Lid INCE • NAG • ABAV • Ti-Kviv

www.av-consulting.nl

NL - 8033.00.591.B.01

RAPPORT AV.1017

23 mei 2012

Trillingsonderzoek Dorpstraat 21A en Tilburgseweg 20 te Riel; schade en hinder



AKOESTIEK

TRILLINGEN

MILIEU-
VERGUNNINGEN

LUCHTONDERZOEK



OPDRACHTGEVER:
Gemeente Goirle
Mw. ing. L. van Tilborg
Postbus 17
5050 AA Goirle

Adviseur:
Ir. H.J.M. Schipperen

BEZWAAR
EN BEROEP

Oprachten worden aanvaard en uitgevoerd volgens onze voorwaarden zoals op de achterzijde afgedrukt, alsmede de "regeling van de verhouding tussen opdrachtgever en adviserend ingenieur" (R.V.O.I., 2001) gedeponeerd ter griffie van de arrondissementsrechtbank te Den Haag. Orders are accepted and carried out according to our regulations as printed on the backside and the "regulation of the relation between principal and consultant-engineer" (R.V.O.I., 2001) filed at the office of the district-court of The Hague (the Netherlands).

Zuid-Holland

Postbus 705
2800 AS Gouda
T 0182 352311
F 0182 354711

Noord-Brabant

Postbus 120
4930 AC Geertruidenberg
T 0162 522980
F 0162 570959

Inhoudsopgave

Hoofdstuk	Titel	Blad
	Samenvatting	1
1.	Inleiding	2
1.1.	Algemeen	2
1.2.	Gegevens	2
2.	Opzet onderzoek	3
3.	Beschrijving onderzoekslocaties	5
3.1.	Algemeen	5
3.2.	Dorpstraat 21A	5
3.3.	Tilburgseweg 20	6
4.	Toetsingswaarden	7
4.1.	Schade	7
4.2.	Hinder	8
5.	Trillingsmetingen	10
5.1.	Algemeen	10
5.2.	Meetresultaten	10
5.2.1.	Algemeen	10
5.2.2.	Schade	11
5.2.3.	Hinder	11
6.	Toetsing trillingsimmissie	12
6.1.	Schade	12
6.2.	Hinder	12
7.	Conclusie en evaluatie	14
Figuur 1	Situatieoverzicht	
Bijlage 1	Meetresultaten – Dorpstraat 21A – schade	
Bijlage 2	Meetresultaten – Dorpstraat 21A – hinder	
Bijlage 3	Meetresultaten – Tilburgseweg 20 – schade	
Bijlage 4	Meetresultaten – Tilburgseweg 20 – hinder	

Samenvatting

In opdracht van de gemeente Goirle is door AV Consulting B.V. een trillingstechnisch onderzoek uitgevoerd.

Doel van het onderzoek is het bepalen van de optredende trillingsniveaus ten gevolge van het wegverkeer en verkeersplateaus in de Dorpstraat en Tilburgseweg te Riel (gemeente Goirle). Aanleiding voor het onderzoek zijn klachten van de bewoners van de woningen aan genoemde wegen over hinder en schade ten gevolge van het wegverkeer welke voor de woningen rijdt.

Ten behoeve van het onderzoek zijn trillingsmetingen verricht conform de eisen uit de SBR richtlijnen A en B. De woning aan de Dorpstraat 21A en de woning aan de Tilburgseweg zijn gedurende een representatieve week gemonitord.

Uit het onderzoek blijkt dat wordt voldaan aan de normen uit de SBR richtlijn A. Op grond hiervan kan worden gesteld dat de kans op schade aanvaardbaar klein is (<1%).

Ten gevolge van het wegverkeer treden voelbare trillingen op in de woningen. De optredende niveaus overschrijden de streefwaarden uit de SBR richtlijn B. Gesteld kan worden dat de klachten over hinder gegrond zijn.



1. Inleiding

1.1. Algemeen

In opdracht van de gemeente Goirle is door AV Consulting B.V. een trillingstechnisch onderzoek uitgevoerd.

Doel van het onderzoek is het bepalen van de optredende trillingsniveaus ten gevolge van het wegverkeer en verkeersplateaus in de Dorpstraat en Tilburgseweg te Riel (gemeente Goirle). Aanleiding voor het onderzoek zijn klachten van de bewoners van de woningen aan genoemde wegen over hinder en schade ten gevolge van het wegverkeer welke voor de woningen rijdt.

De metingen en toetsingen zijn uitgevoerd conform de SBR Richtlijn A (schade) en de SBR Richtlijn B (hinder).

1.2. Gegevens

Ten behoeve van het onderzoek is gebruik gemaakt van de navolgende gegevens:

- 1) SBR richtlijn deel A: Schade aan gebouwen; meet- en beoordelingsrichtlijn augustus 2002.
- 2) SBR richtlijn deel B: Hinder voor personen in gebouwen; meet- en beoordelingsrichtlijn, augustus 2002.



2. Opzet onderzoek

Door de gemeente Goirle is aangegeven dat door bewoners van de woningen aan de Dorpstraat en Tilburgseweg trillingshinder wordt ondervonden ten gevolge van het wegverkeer dat voor de woningen langs rijdt. Tevens is door de bewoners aangegeven dat schade kan zijn opgetreden dan wel kan optreden aan de woningen ten gevolge van deze trillingen. In het kader hiervan zijn trillingsmetingen uitgevoerd in en aan de woningen aan de Dorpstraat 21A en Tilburgseweg 20. De resultaten van het onderzoek dienen een antwoord te geven op de volgende vragen:

- is er sprake van hinder in de woningen;
- is er kans op schade aan de woningen.

Tijdens de metingen was het weggebruik representatief.



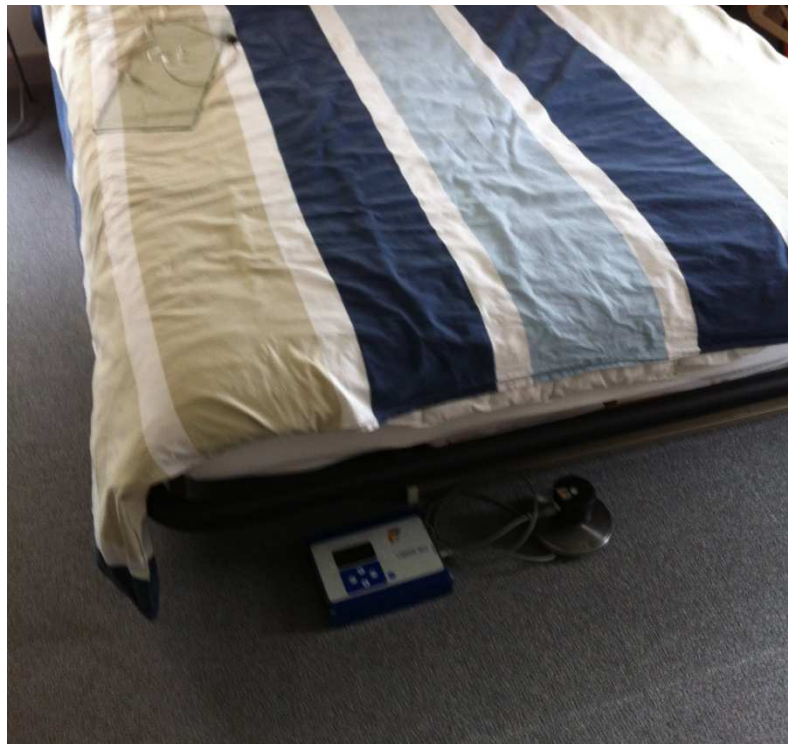
In de onderhavige situatie is ervoor gekozen om gedurende minimaal 1 week de optredende trillingen te registreren. Trillingen worden veroorzaakt door een combinatie van snelheid, massa van de voertuigen en oneffenheden in het wegdek. Een toename van deze parameters zal over het algemeen leiden tot een toename van de optredende trillingsniveaus.

Voor schade en hinder moeten verschillende meetpunten worden gebruikt en verschillende parameters worden vastgelegd.

Met betrekking tot schade is een *indicatieve meting* uitgevoerd. Hierbij is één meetpunt gekozen op begane grondniveau op een stijf punt van de constructie van de onderzochte panden.

Voor hinder is op één centraal punt op het vloerveld in de slaapkamer op de 1^e verdieping van de woningen zoals gelegen aan de voorgevel een meting uitgevoerd. In overleg met de bewoners is een ruimte gekozen waar hinder wordt ondervonden, dit betrof genoemde slaapkamers.

In de meetpunten wordt in verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. De gekozen horizontale richtingen stemmen overeen met de hoofdassen van de woning.



3. Beschrijving onderzoekslocaties

3.1. Algemeen

De locaties waarop de metingen hebben plaatsgevonden, zijn opgenomen in tabel 3.1.

Tabel 3.1. Overzicht onderzoekslocaties.

Adres	Meetpunten schade	Meetpunt hinder
Dorpstraat 21A	Vast punt gevel begane grond	Vloerveld slaapkamer 1 ^e verdieping
Tilburgseweg 20	Vast punt gevel begane grond	Vloerveld slaapkamer 1 ^e verdieping

In figuur 1 is een plattegrond weergave van de woningen en directe omgeving opgenomen.

Ten tijde van de metingen reden voertuigen langs de woningen op korte afstand.

Het wegdek bestaat ter plaatse van de woningen uit (verschillende soorten) klinkers en de toegestane snelheid bedraagt 30 km/u. Ter hoogte van de woningen is een verkeersplateau gelegen.

Omdat gedurende langere tijd is gemeten, wordt in relatie tot het laatstgenoemde gesteld dat sprake van een representatieve meetsituatie conform de SBR A en B richtlijnen. Conform de SBR richtlijnen behoeven de resultaten dan niet statistisch verwerkt te worden.

3.2. Dorpstraat 21A

De woning aan de Dorpstraat 21A betreft een hoekwoning. De vloer van de 1^e verdieping bestaat uit lichte betondelen. De gevels bestaan uit metselwerk.



3.3. Tilburgseweg 20

De woning aan de Tilburgseweg 20 betreft een vrijstaande woning. De vloer van de 1^e verdieping bestaat uit houten vloeren met daarop een minerale wol en 2 lagen fermacell. De gevels zijn gemetseld.



4. Toetsingswaarden

4.1. Schade

Bouwwerken kunnen door verschillende omstandigheden in trilling raken. Veel bouwwerken zijn niet expliciet ontworpen om trillingen op te nemen, waardoor er kans op schade bestaat, een en ander afhankelijk van de aard en de constructiewijze van het bouwwerk en de aard, de sterkte en de frequentie van de trillingen. Daar verificatie van de belasting op gebouwen door trillingen in relatie met het incasseringsvermogen van bouwwerken in bepaalde gevallen wenselijk is, is in 1993 door de Stichting Bouwresearch (SBR) een richtlijn (nr. 1) opgesteld voor het meten en beoordelen van schade aan bouwwerken door trillingen. In augustus 2002 is de SBR-richtlijn 1 vervangen door de SBR-richtlijn A: 'Schade aan Gebouwen'.

De meet- en beoordelingsrichtlijn A, "Schade aan gebouwen" bevat richtlijnen voor het meten en beoordelen van schade aan gebouwen. De richtlijn maakt onderscheid in de constructiewijze en de staat van het bouwwerk. Hierbij wordt de volgende verdeling van bouwwerken aangehouden:

Categorie 1:

In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout.

Onderdelen van een bouwwerk, die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijv. scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout. Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, die bestaan uit metselwerk, zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.

Categorie 2:

In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk.

In goede staat verkerende onderdelen van een gebouw, die niet tot de draagconstructie behoren, zoals bijvoorbeeld scheidingsconstructies, die bestaan uit niet gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.

Categorie 3:

Onderdelen van oude en monumentale gebouwen met grote cultuurhistorische waarde. In slechte staat verkerende gebouwen uit metselwerk of in slechte staat verkerende onderdelen van gebouwen.

Voor de toetsingswaarden is verder het type meting en het type trillingsbron van belang. Onderscheid wordt tevens gemaakt tussen trillingsgevoelige funderingen en niet trillingsgevoelige funderingen.

In onderhavige situatie is gekozen voor:

- Gebouwen in categorie 2 (in goede staat verkerend gebouw bestaande uit metselwerk).
- Herhaald voorkomende trillingen (korte trillingspuls die daarna snel uitdempt, weinig kans op resonanties zoals bij wegverkeer).
- Indicatieve meting.

Uit het onderzoek blijkt dat trillingen optreden met een frequentie van circa 10 Hz. De karakteristieke grenswaarde voor de fundering en begane grond bedraagt 5 mm/s voor gebouwen in categorie 2. In verband met de herhaald kortdurende trillingen dient een veiligheidsfactor van 1,5 te worden toegepast. Dit betekent dat de laagste toetsingswaarde $5/1,5 = 3,3$ mm/s bedraagt voor de begane grond.

Hieronder volgt de tabel met de frequentieafhankelijke karakteristieke grenswaarden.

f [Hz]	cat. 1	cat. 2	cat. 3	fund.
0	20,00	5,00	3,00	
5	20,00	5,00	3,00	31,83
10	20,00	5,00	3,00	15,92
15	22,50	6,25	3,63	10,61
20	25,00	7,50	4,25	7,96
25	27,50	8,75	4,88	6,37
30	30,00	10,00	5,50	5,31
35	32,50	11,25	6,13	4,55
40	35,00	12,50	6,75	3,98
45	37,50	13,75	7,38	3,54
50	40,00	15,00	8,00	3,18
55	41,00	15,50	8,20	2,89
60	42,00	16,00	8,40	2,65
65	43,00	16,50	8,60	2,45
70	44,00	17,00	8,80	2,27
75	45,00	17,50	9,00	2,12
80	46,00	18,00	9,20	1,99
85	47,00	18,50	9,40	1,87
90	48,00	19,00	9,60	1,77
95	49,00	19,50	9,80	1,68
100	50,00	20,00	10,00	1,59

4.2. Hinder

In 1993 is door de Stichting Bouwresearch (SBR) een richtlijn (nr. 2) opgesteld voor het meten en beoordelen van hinder voor personen in gebouwen door trillingen. In augustus 2002 is de SBR-richtlijn 2 vervangen door de SBR-richtlijn B: hinder voor personen in gebouwen.

De meet- en beoordelingsrichtlijn B, "Hinder voor personen in gebouwen" bevat richtlijnen voor het meten en beoordelen van hinder voor personen. De richtlijn maakt onderscheid in de functie van het gebouw, aard van de trillingsbron en in bestaande, gewijzigde en nieuwe situaties.

In de Richtlijn vindt de beoordeling plaats door middel van A_1 , A_2 en A_3 :

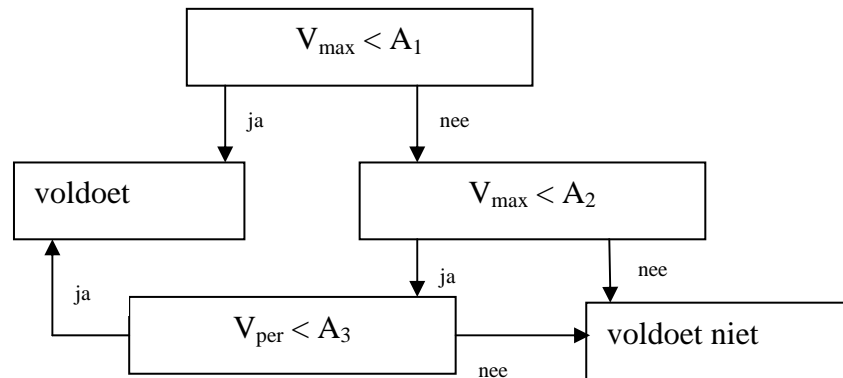
- A_1 is de onderste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} ;
- A_2 is de bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} ;
- A_3 is de streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per} .

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

Er wordt voldaan aan de streefwaarden indien:

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

De procedure voor de beoordeling van V_{max} en V_{per} is in het onderstaande stroomschema aangegeven.



In de richtlijn zijn de streefwaarden onder andere gebaseerd op de functie van het gebouw waar de trillingen beoordeeld moeten worden en de aard van de trillingsbron. In de onderhavige situatie worden de optredende trillingen beschouwd als herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd. De situatie kan worden beschouwd als een bestaande situatie daar de woningen en de wegen reeds jaren als zodanig aanwezig zijn.

In tabel 4.1 zijn de streefwaarden opgenomen.

Tabel 4.1. Overzicht streefwaarden hinder.

Norm	Dag/avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
SBR richtlijn B – Wonen (bestaande situatie)	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1

Toetsing zal plaatsvinden voor de dag/avond- en nachtperiode daar het wegverkeer plaatsvindt in deze perioden.

5. Trillingsmetingen

5.1. Algemeen

De onbemande metingen zijn uitgevoerd van Dinsdagmiddag 8 mei 2012 tot en met Woensdagochtend 16 mei 2012. In tabel 5.1 is een overzicht opgenomen van de uitgevoerde metingen.

Tabel 5.1. Overzicht trillingsmetingen.

Adres	Meetpunt	Parameter	Bijlage
Dorpstraat 21A	Buitengevel begane grond in stijf punt	V_{top}	1
	Midden vloerveld 1 ^e verdieping (slaapkamer)	$V_{eff,max}$	2
Tilburgseweg 20	Buitengevel begane grond in stijf punt	V_{top}	3
	Midden vloerveld 1 ^e verdieping (slaapkamer)	$V_{eff,max}$	4

Op alle locaties zijn in drie richtingen (1 verticaal en 2 horizontaal) de optredende trillingen geregistreerd.

Bij de metingen is gebruik gemaakt van de in tabel 5.2 vermelde meetapparatuur. Deze meetapparatuur voldoet aan de specificaties uit de SBR richtlijnen.

Tabel 5.2. Gebruikte meetapparatuur.

Omschrijving	Merk	Type
Trillingsanalyser	Profound	Vibra SBR +
3-D trillingsopnemer	Profound	Vibra SBR +

5.2. Meetresultaten

5.2.1. Algemeen

Hinder

Stoortrillingen ten gevolge van lopen in de slaapkamer van de woning Dorpstraat 21A heeft niet plaatsgevonden daar de bewoners gedurende de meettijd hier niet gelopen en geslapen hebben.

Dit geldt grotendeels ook voor de woning Tilburgseweg 20. Wel is een kort logboekje bijgehouden wanneer er gelopen is waarbij de optredende trillingen uit de meetresultaten gehaald zijn.

5.2.2. Schade

In tabel 5.3 zijn de meetresultaten samengevat. Zie ook bijlage 1 en 3. In de tabel zijn de hoogste meetwaarden opgenomen.

Tabel 5.3. Meetresultaten schade

Meetlocatie	Hoogste optredende meetwaarden van V_{top} [mm/s]		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X - Richting horizontaal 1 Channel 2	Y - Richting horizontaal Channel 3
Dorpstraat 21A	1,03	0,23	1,18
Tilburgseweg 20	1,44	0,29	0,36

5.2.3. Hinder

In tabel 5.4 zijn de meetresultaten samengevat voor de dag- en avondperiode. Zie ook bijlage 2 en 4. In de tabel zijn de hoogste meetwaarden opgenomen.

Tabel 5.4. Meetresultaten hinder; dag- en avondperiode

Meetlocatie	Hoogste optredende meetwaarden van $V_{eff,max}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal 1 Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dorpstraat 21A	0,80	0,23	0,20
Tilburgseweg 20	3,24	0,36	0,29

In tabel 5.5 zijn de meetresultaten samengevat voor de nachtperiode. Zie ook bijlage 2 en 4. In de tabel zijn eveneens de hoogste meetwaarden opgenomen.

Tabel 5.4. Meetresultaten hinder; nachtperiode

Meetlocatie	Hoogste optredende meetwaarden van $V_{eff,max}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal 1 Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dorpstraat 21A	0,29	0,11	0,22
Tilburgseweg 20	2,05	0,16	0,23

6. Toetsing trillingsimmissie

6.1. Schade

De uitgevoerde metingen maken onderdeel uit van een indicatief onderzoek. De gemeten niveaus moeten daarom met een factor 1,6 worden vermenigvuldigd om te verrekenen dat door het beperkte aantal meetpunten niet de hoogst mogelijke trillingssterkte is gemeten.

Tabel 6.1 geeft een overzicht van de te toetsen trillingssterkte waarbij de hoogste waarde uit tabel 5.3 representatief is.

Tabel 6.1. Toetsing voor schade.

Woning	Gemeten V_{top} [mm/s]	Veiligheidsfactor	Rekenwaarde trillingssterkte	Toetsingswaarde [mm/s]	Resultaat
Dorpstraat 21A	1,18	1,6	1,89	3,33	Voldoet
Tilburgsewg 20	1,44	1,6	2,30	3,33	Voldoet

Uit het bovenstaande blijkt dat op de woningen de toetsingswaarde van 3,33 mm/s niet wordt overschreden. De kans op schade is kleiner dan 1% en daarmee volgens de richtlijn aanvaardbaar.

6.2. Hinder

De hoogste waarden voor de $V_{eff,max}$ zijn opgenomen in tabel 6.2 voor de dag- en avondperiode. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 6.2 gegeven.

Tabel 6.2. Toetsing voor hinder; dag- en avondperiode

Meetlocatie	$V_{eff,max}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing	Vervolg
Dorpstr 21A, slaapkamer	0,80	0,2	Voldoet niet	0,8	Voldoet niet	Nader overleg
Tilburgsewg 20, slaapkamer	3,24	0,2	Voldoet niet	0,8	Voldoet niet	Nader overleg

* waarde uit de SBR richtlijn (dag- en avondperiode)

De hoogste waarden voor de $V_{eff,max}$ zijn opgenomen in tabel 6.3 voor de nachtperiode. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 6.3 gegeven.

Tabel 6.2. Toetsing voor hinder; nachtperiode

Meetlocatie	$V_{eff,max}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing	Vervolg
Dorpstr 21A, slaapkamer	0,29	0,2	Voldoet niet	0,4	Voldoet	Bepaling V_{per}
Tilburgsewg 20, slaapkamer	2,05	0,2	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	Nader overleg

* waarde uit de SBR richtlijn (nachtperiode)

Uit tabel 6.2 blijkt dat de onderste en bovenste streefwaarde uit de SBR richtlijn B wordt overschreden voor de dag- en avondperiode voor beide woningen. Derhalve treedt normaal gesproken hinder op. Overleg met betrokken partijen is al opportuun geacht.

Uit tabel 6.3 blijkt dat de onderste en bovenste streefwaarde uit de SBR richtlijn B wordt overschreden voor de nachtperiode voor de woning Tilburgseweg 20. Derhalve treedt normaal gesproken hinder op. Inzake de Dorpstraat 21A treedt alleen overschrijding op van de onderste streefwaarde.

De V_{per} is aanvullend bepaald teneinde naast de pieken ook een gemiddelde hinderbeleving te beoordelen.

Uit bijlage 2 (Dorpstraat 21A) blijkt de V_{per} voor alle richtingen minder dan de grenswaarde van $A_3 = 0,1$ te bedragen voor de dag-, avond- en nachtperiode.

Voor de dag- en avondperiode is hinder waarschijnlijk geacht. Voor de nachtperiode evenwel niet. De hinderkwalificatie is matig.

Uit bijlage 4 (Tilburgseweg 20) blijkt de V_{per} voor de verticale z-richting meer dan de grenswaarde van $A_3 = 0,1$ te bedragen voor de dag-, avond- en nachtperiode.

Voor de dag-, avond- en nachtperiode is hinder waarschijnlijk geacht. De hinderkwalificatie is ernstig.

Overleg met betrokken partijen is opportuun geacht.

7. Conclusie en evaluatie

Uit de resultaten van het voorliggend onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd.

Schade

- Aan de normen voor schade wordt voldaan. De kans op schade is aanvaardbaar klein (kans < 1%). Schade aan de woningen ten gevolge van het wegverkeer is niet waarschijnlijk.

Hinder

- Ten gevolge van het verkeer treden voelbare trillingen op in de woningen.

Dorpstraat 21A

Voor de dag- en avondperiode is hinder waarschijnlijk geacht.

Voor de nachtperiode is hinder niet waarschijnlijk geacht.

De hinderkwalificatie is matig.

Tilburgseweg 20

Voor de dag-, avond- en nachtperiode is hinder waarschijnlijk geacht.

De hinderkwalificatie is ernstig.

Overleg met betrokken partijen is opportuun geacht.

De oorzakelijke trillingsbron is het verkeersplateau in combinatie met de snelheid van (zware) voertuigen.

AV-CONSULTING B.V.

Raadgevende ingenieurs

FIGUUR 1

FIGUUR 1

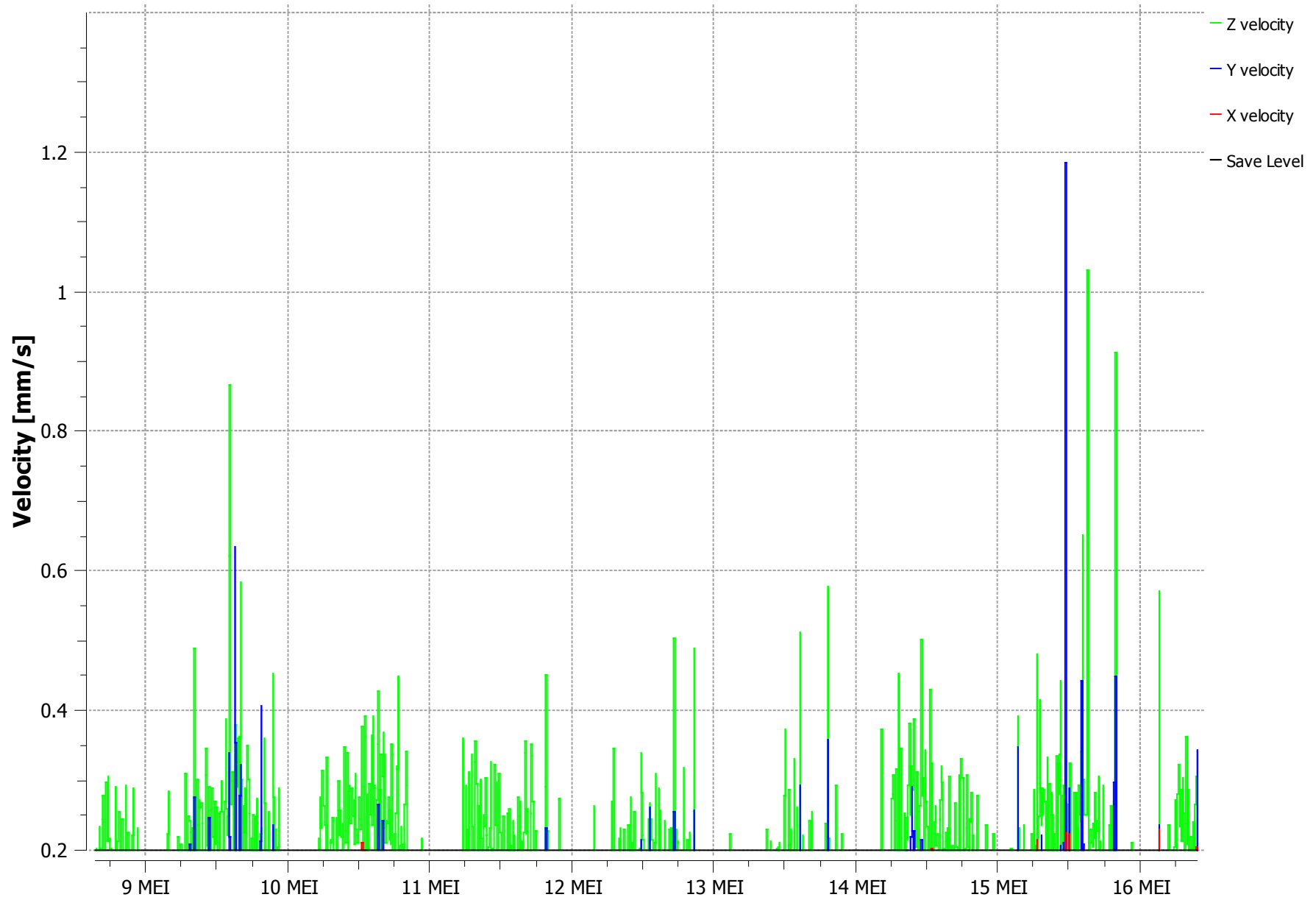
Situatieoverzicht woningen te Riel



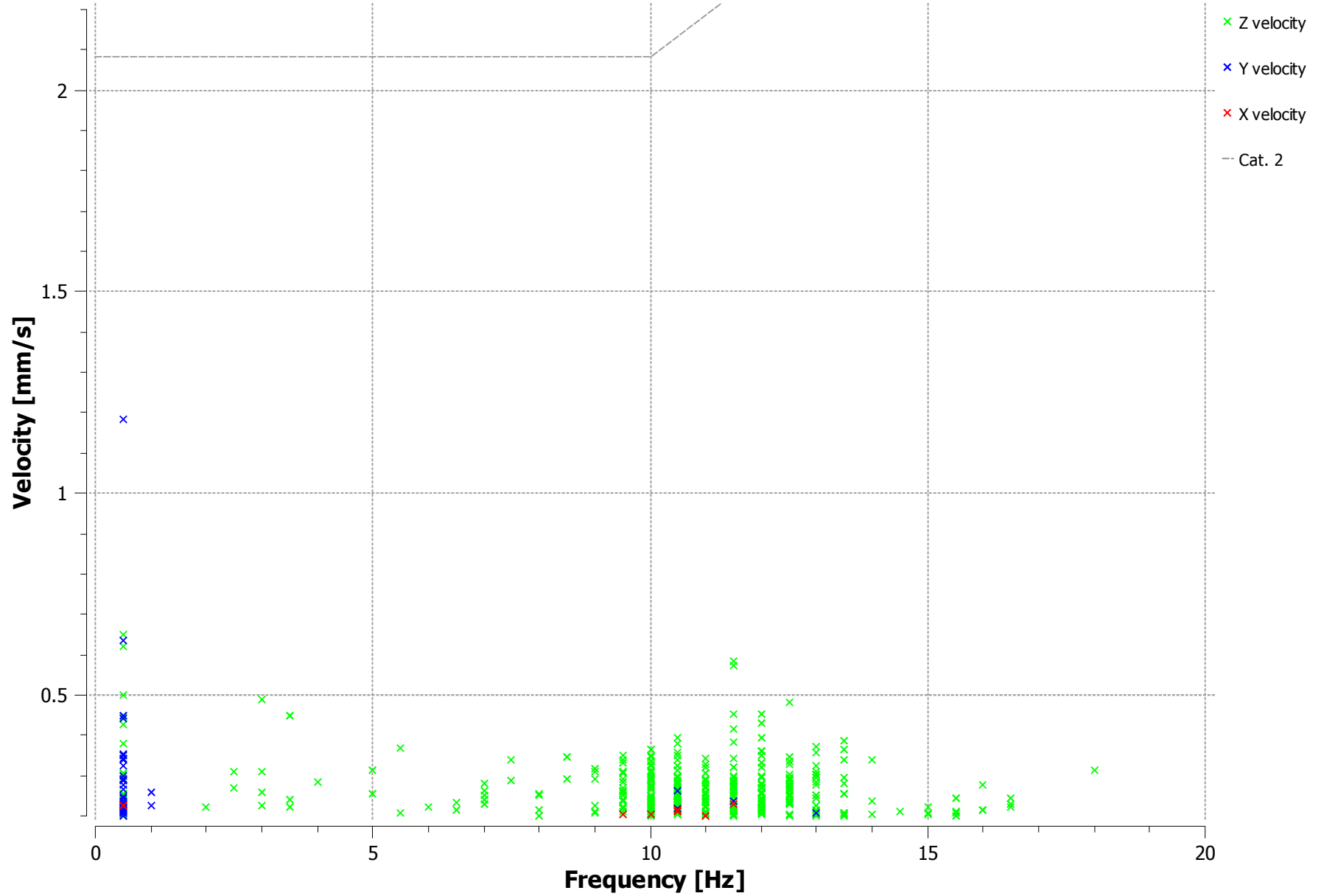
Bijlage 1

Meetresultaten - Dorpstraat 21A - schade

Dorpstraat 21 A; shade



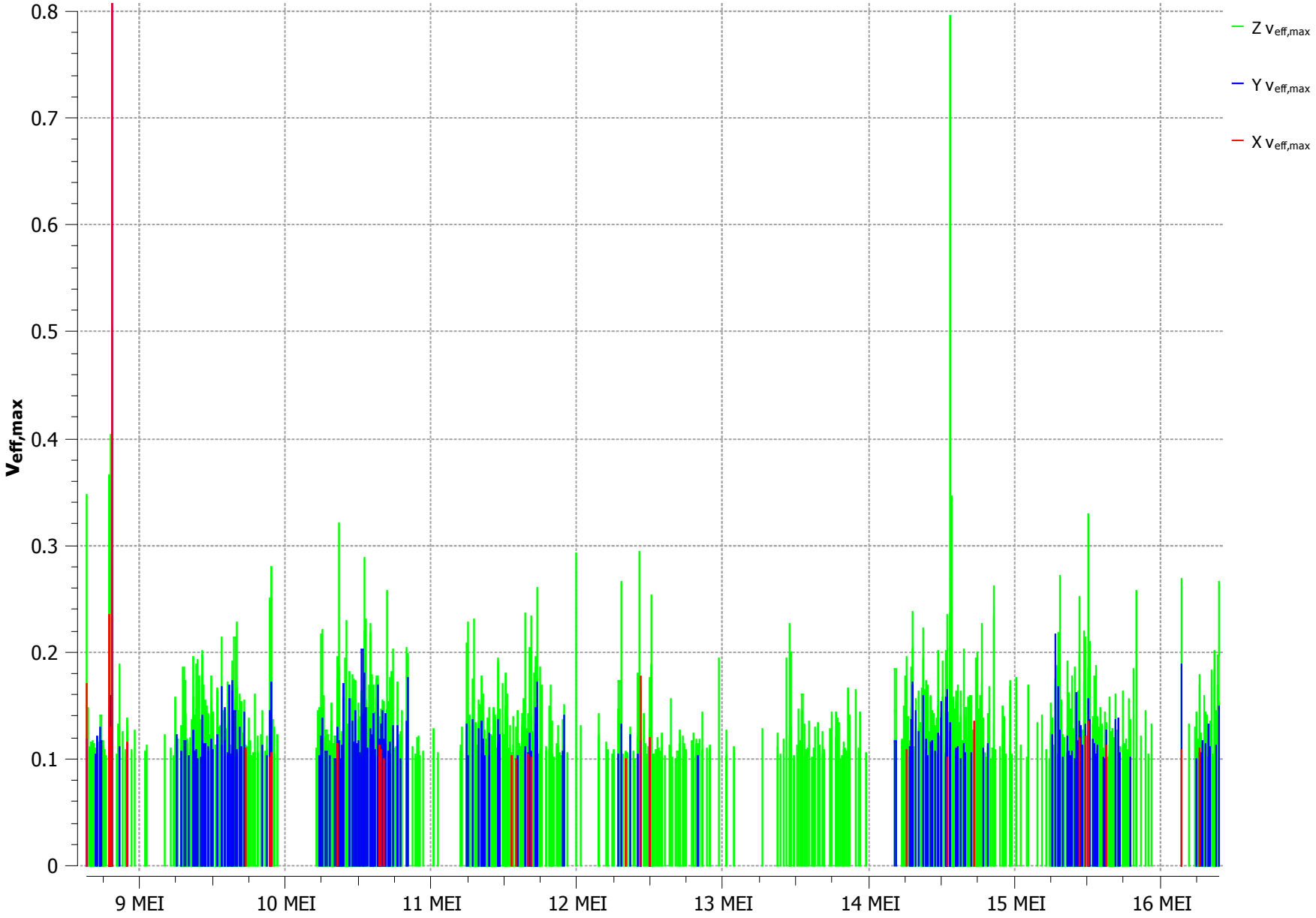
Dorpstraat 21 A; schade



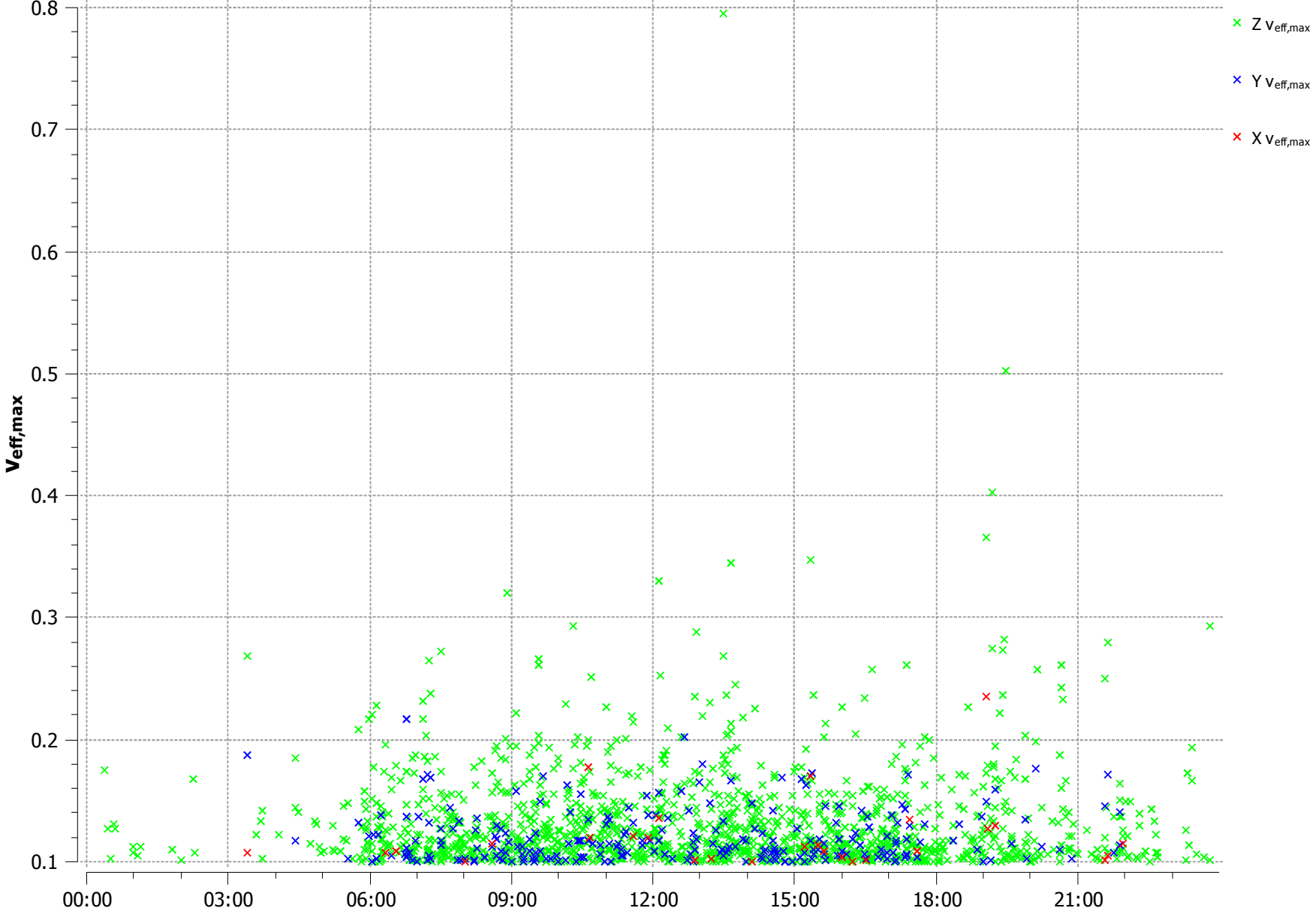
Bijlage 2

Meetresultaten – Dorpstraat 21A – hinder

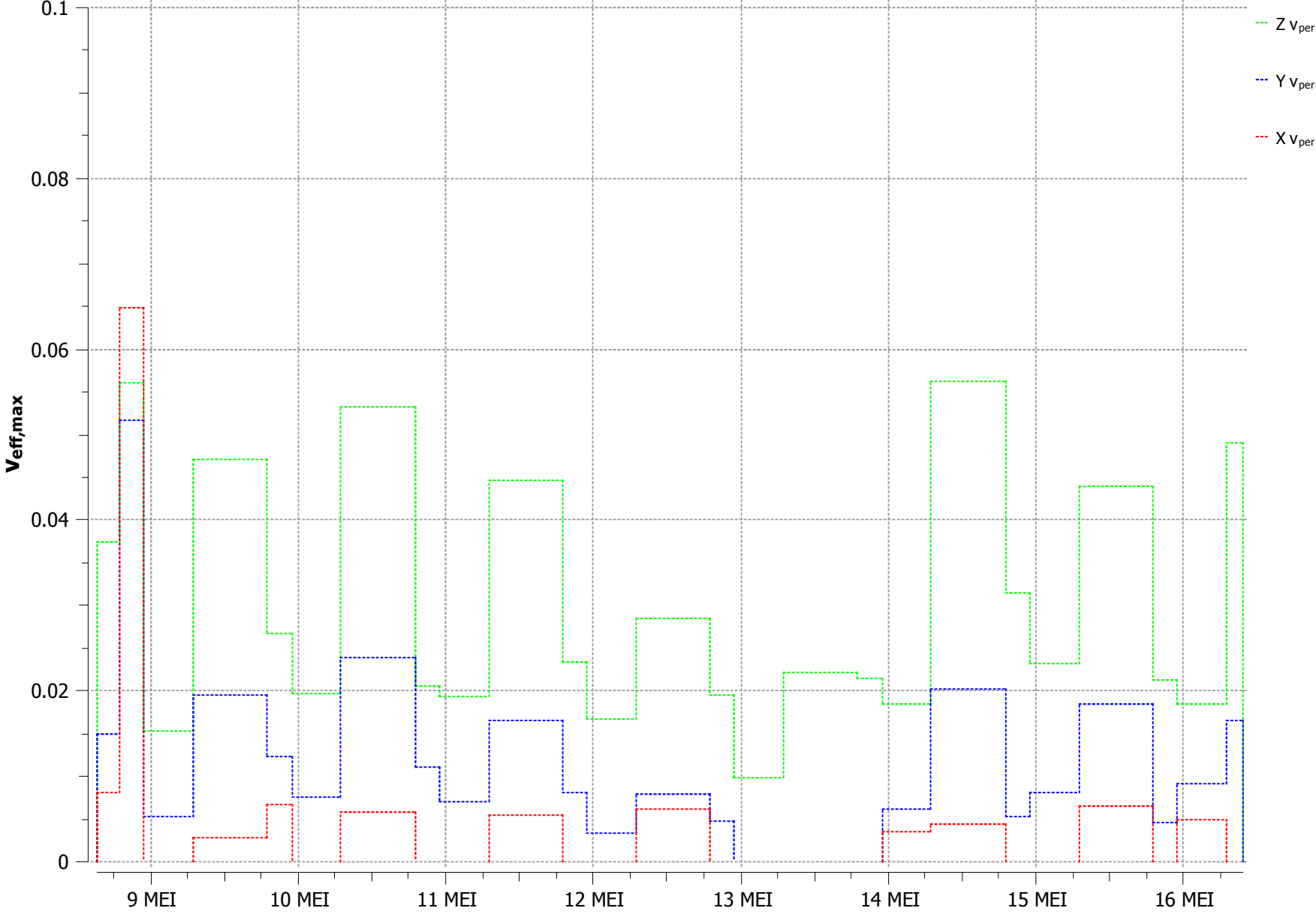
Dorpstraat 21A; hinder



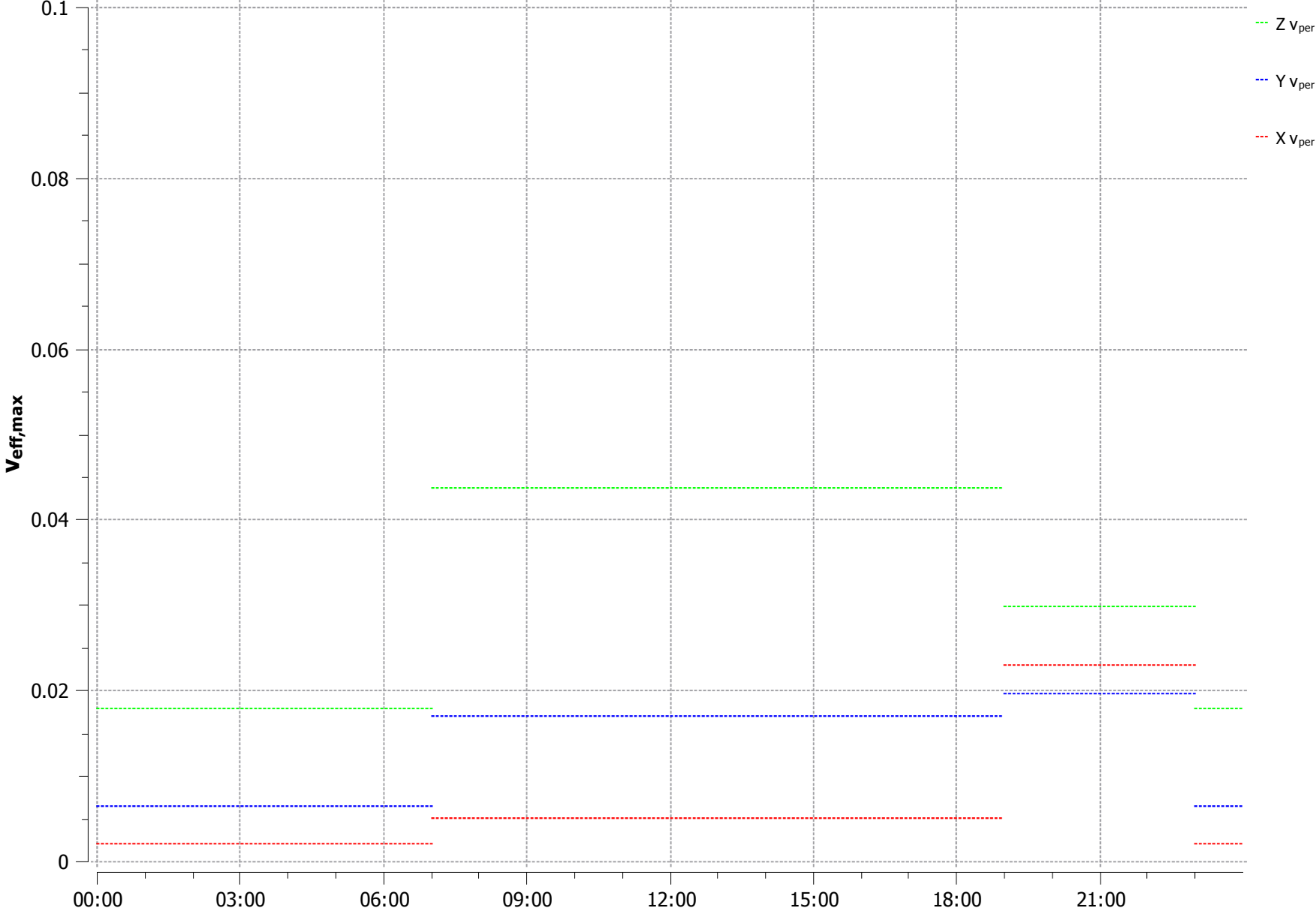
Dorpstraat 21A; hinder



Dorpstraat 21A; hinder



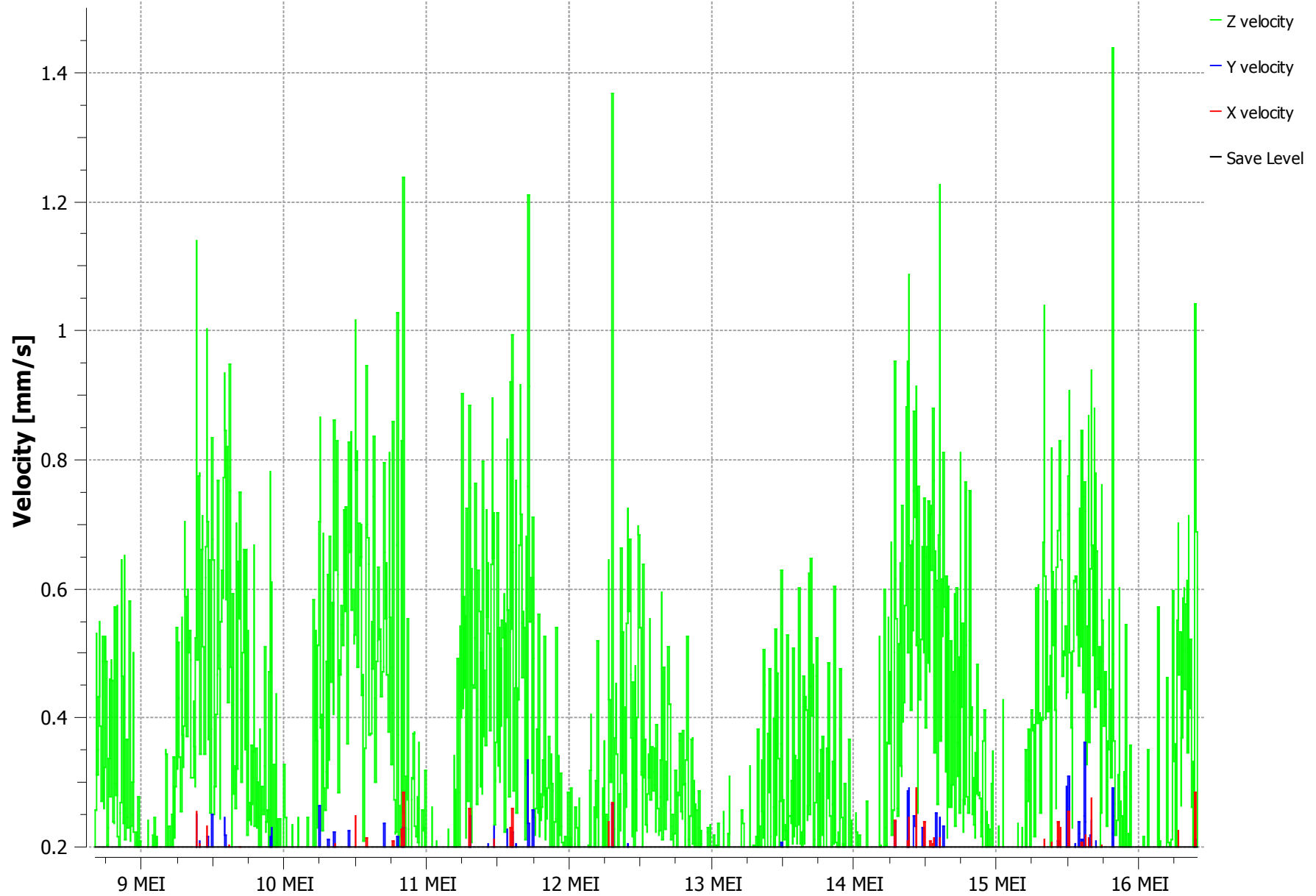
Dorpstraat 21A; hinder



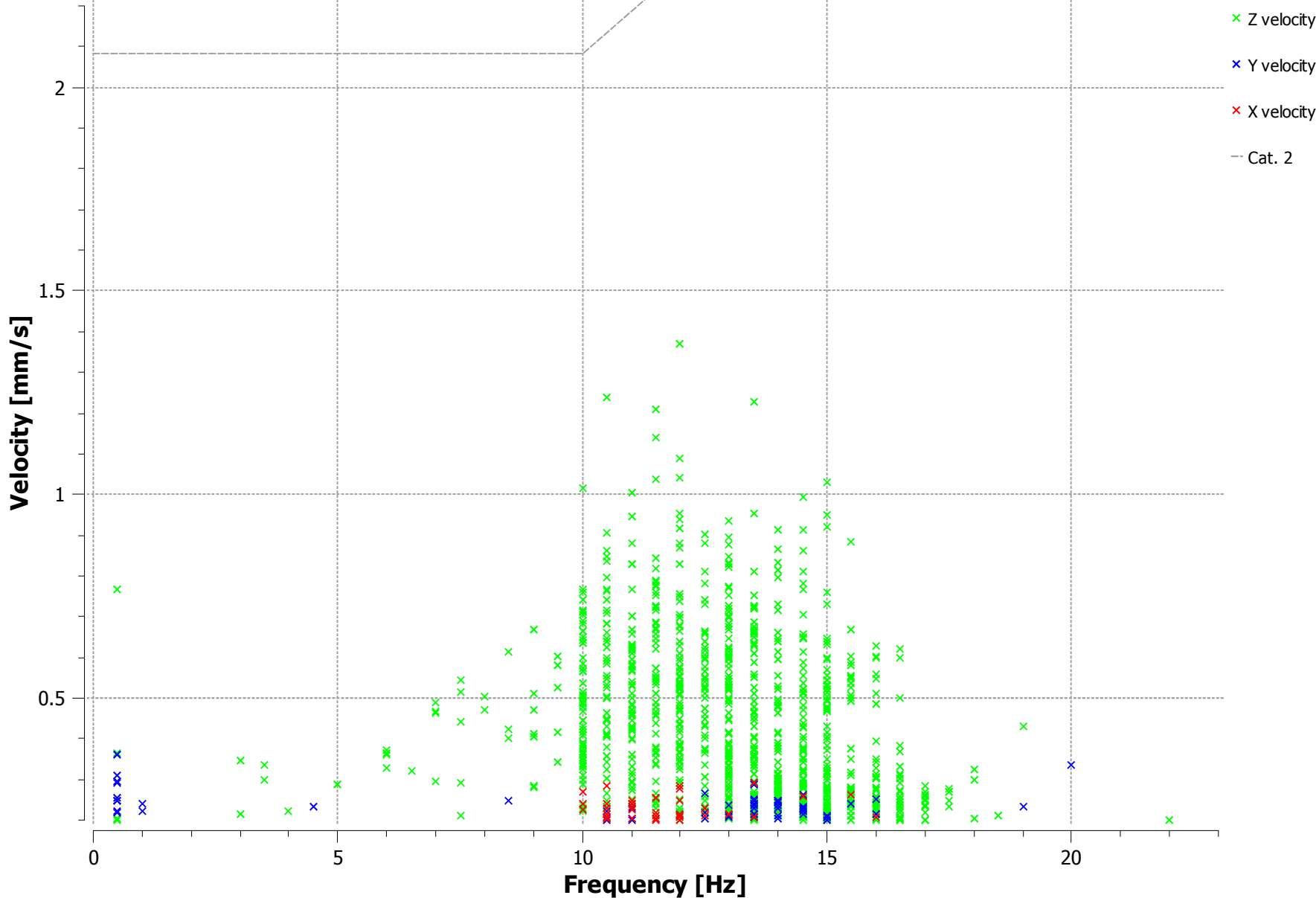
Bijlage 3

Meetresultaten - Tilburgseweg 20 - schade

Tilburgseweg 20; schade



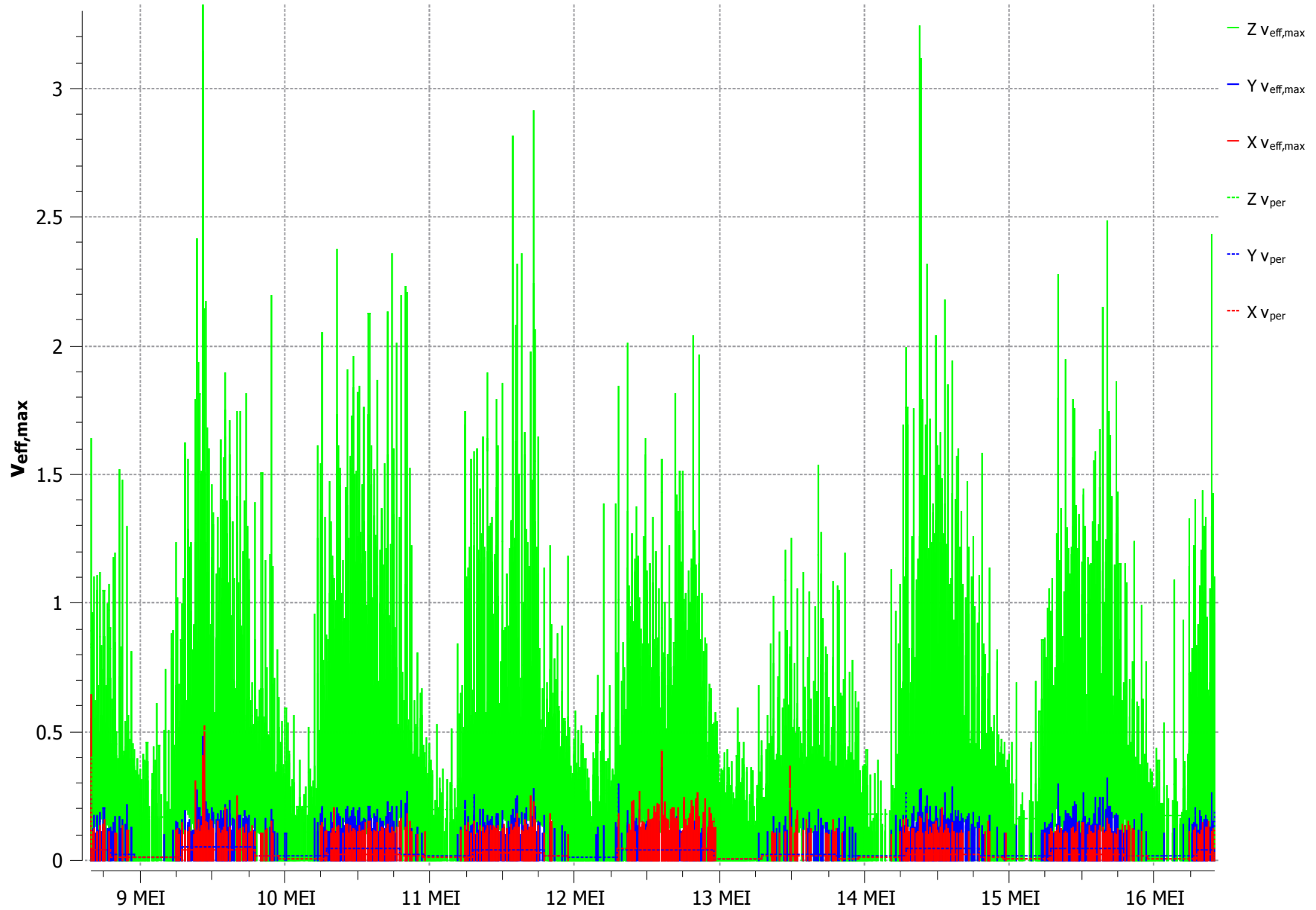
Tilburgseweg 20; schade



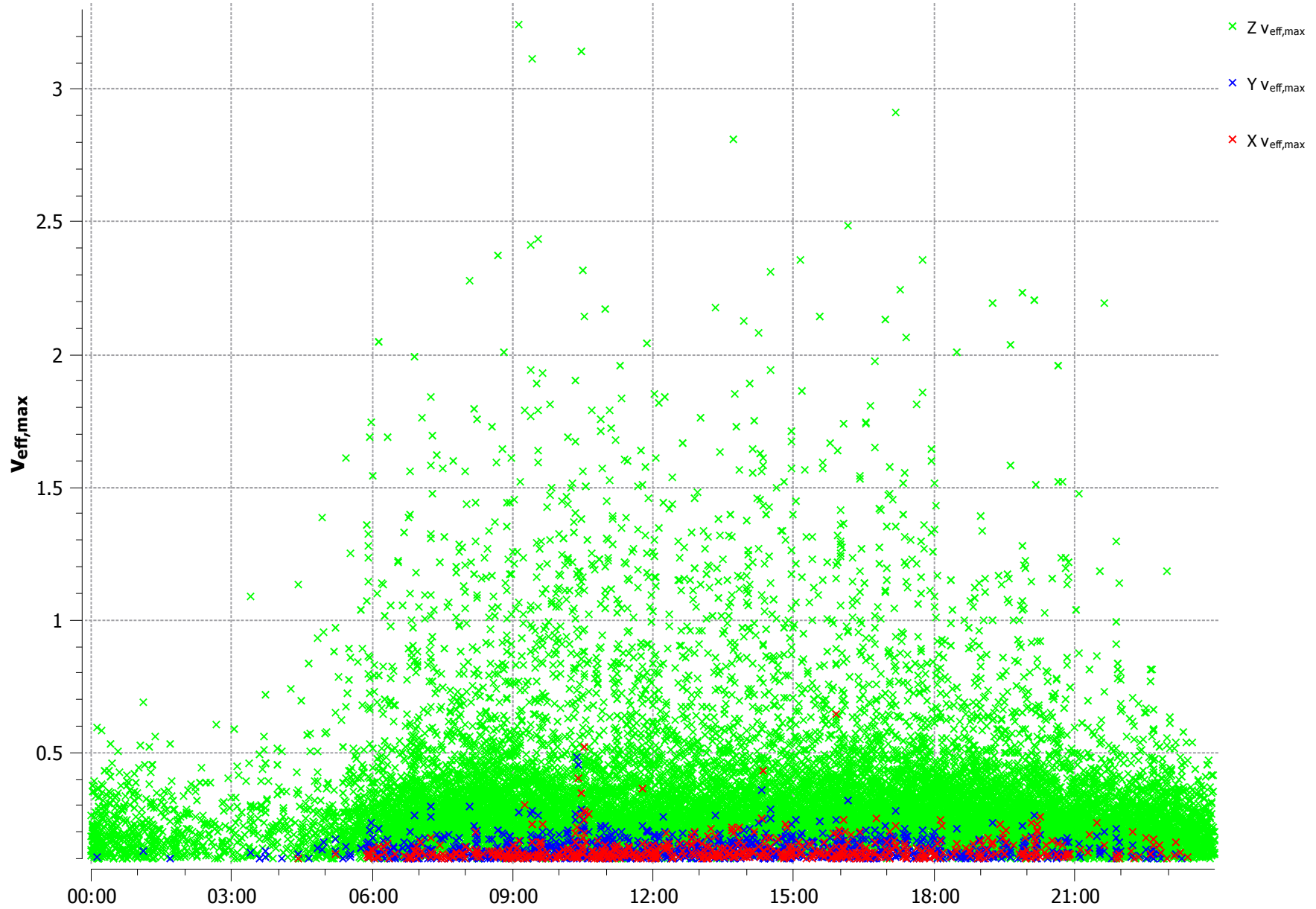
Bijlage 4

Meetresultaten – Tilburgseweg 20 – hinder

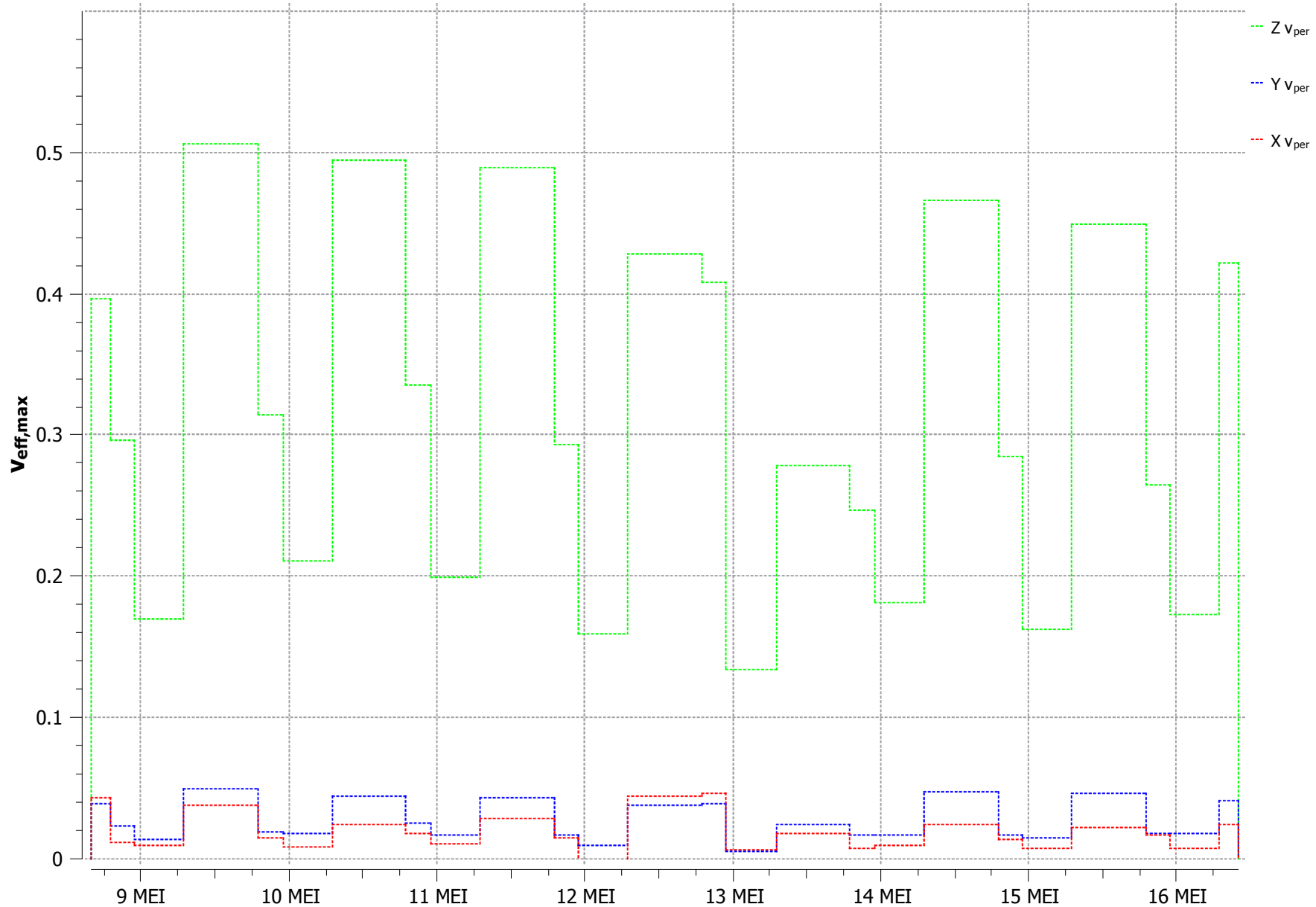
Tilburgseweg 20; hinder



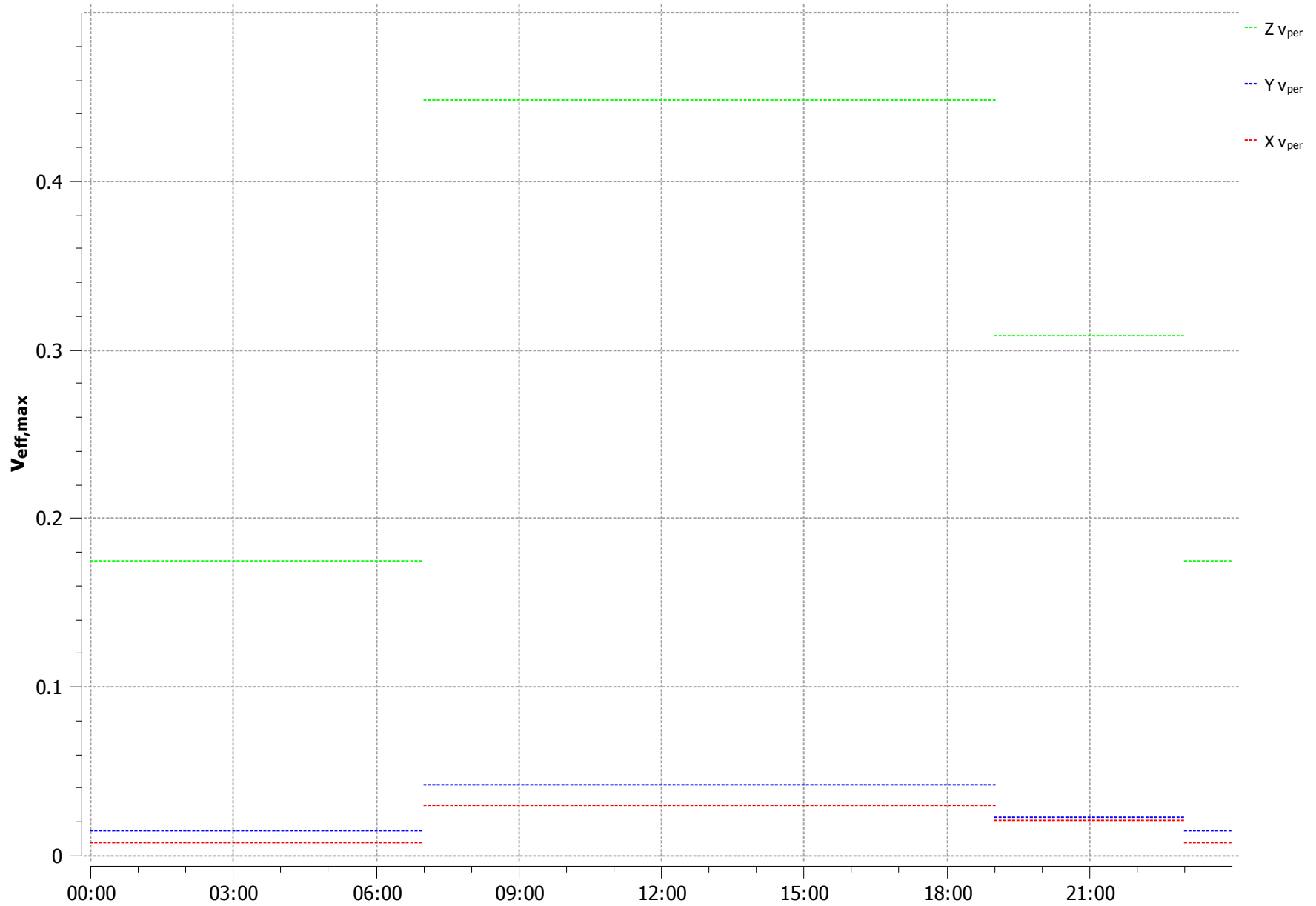
Tilburgseweg 20; hinder



Tilburgseweg 20; hinder



Tilburgseweg 20; hinder



EPS maakt einde aan trillingshinder in gebouwen

(15-02-2012) Geplaatst door Paul Diersen



Overlast in gebouwen door trillingen behoort binnenkort tot het verleden. Eenvoudige platen EPS (piepschuim) in de grond houden namelijk tot 80 procent van de hinderlijke trillingen door verkeer of bouwactiviteiten tegen. Dat concludeert Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam op basis van laboratorium- en praktijkonderzoek. Met de vinding kan een einde worden gemaakt aan hinder voor bewoners én aan de schade aan gebouwen. Trillingen zorgen vooral in stedelijk gebied voor overlast. Een belangrijke bron is verkeer, zegt projectleider ing. Don Zandbergen van Gemeentewerken. “Trams, bussen en vooral vrachtwagens kunnen in gebouwen voelbare trillingen veroorzaken. Echte schade is vaak het gevolg van een andere bron, namelijk bouwwerkzaamheden. Het probleem neemt toe. Dat blijkt onder meer uit de toename van het aantal verzoeken om trillingsmetingen. In Rotterdam is dat aantal sinds 2005 meer dan verdubbeld.”

Monitoring

Tot nu toe was trillingsmeting en -monitoring de enige werkzame maatregel, en dan nog alleen bij bouwwerkzaamheden. Wethouder Hamit Karakus (o.a. Ruimtelijke Ordening): “Zodra de overlast te groot is, wordt bijvoorbeeld minder zwaar materieel ingezet. Bij verkeershinder kan dat niet. Onze ingenieurs zijn daarop op zoek gegaan naar een oplossing die gebouwen en gebruikers daadwerkelijk afschermt van trillingen. Met deze typisch Rotterdamse oplossing als resultaat: effectief, simpel en robuust.”

Demping

Van de verschillende onderzochte materialen en methoden werken platen EPS tegen de fundering het best. Zandbergen: “Eerst hebben we het getest in een betonnen bak met tien kubieke meter zand. Vervolgens hebben we met sensoren praktijkmetingen gedaan aan een huizenblok in de Zaagmolenstraat, waar een betonnen funderingsplaat van een trambaan werd gesloopt. De resultaten van de bak-proeven werden daar bevestigd: de trillingsdemping is minimaal 65 procent en kan oplopen tot 80 procent.”

Fundering

Voor het aanbrengen van het EPS wordt langs de gevel een sleuf gegraven tot aan de onderkant van de fundering, zo'n 80 tot 100 cm onder straatniveau. De platen worden los tegen de fundering geplaatst, waarna de sleuf wordt dichtgemaakt. Groot voordeel van EPS is dat het materiaal tijdens zijn volledige levensduur, veertig tot vijftig jaar, de dempende werking behoudt. De kosten voor aanbrengen zijn vergelijkbaar met de kosten voor meten en monitoren.

Wethouder Karakus is blij met de vinding maar waarschuwt voor té hoog gespannen verwachtingen op korte termijn: "Dat we nu een oplossing hebben, betekent niet dat we in één klap een einde aan alle trillingshinder kunnen maken. Dat zal tijd kosten. Sowieso blijft het voorkomen van trillingen de eerste prioriteit. We weten dat het piepschuim werkt, nu wordt het zaak om de innovatie op te schalen. Graag stellen we de kennis daarom beschikbaar aan corporaties, gebouweigenaren en andere overheden."



Piepschuim als trillingsdempers



Rien Polak
Werkzaam bij:
Volker Infra Design
Afgestudeerd aan:
Hogeschool Rotterdam

Start afstudeeronderzoek

Mijn ervaring in de geotechniek is begonnen bij het Ingenieursbureau van Gemeente Rotterdam (IGR), waar ik ten tijde van mijn afstudeeronderzoek werkzaam was binnen het team geotechniek. Hier hield ik me samen met collega's o.a. bezig met trillingsmetingen tijdens bouwwerkzaamheden. Regelmatig moet dan op de werkzaamheden worden ingegrepen of moeten deze zelfs worden stilgelegd, omdat grenswaarden volgens de normen worden overschreden. Dit leidt tot vertraging van de werkzaamheden en daarmee hogere kosten. Zeker als ook de uitvoeringswijze moet worden gewijzigd.

In 2010 is binnen het IGR een brainstormsessie opgezet om na te denken hoe we beter kunnen omgaan met dit onderwerp. Uit deze sessie ontstond het idee om misschien eens andersom te denken. Normaal wordt altijd gedacht vanuit de veroorzaker van de trillingen, bijvoorbeeld veroorzaakt door zwaar verkeer of heikwerkzaamheden, maar misschien kan er ook vanuit de ontvanger worden gedacht.

Als eerste onderwerp is uitgegaan van verdichting van een zandpakket met een trilplaat. Hierbij is een voorstel is gedaan om huizen te beschermen tegen de trillingen. Mijn afstudeeronderzoek is onderdeel geworden van het onderzoek naar een effectieve maatregel is en verder ook hoe breed zo'n maatregel toepasbaar is.

Achtergrond onderzoek

Bij de start van mijn afstudeeronderzoek ben ik op zoek gegaan naar eerder onderzoek. Een onderwerp waar ik al snel op uitkwam zijn aardbevingen. Eén van de interessantste onderzoeken op dit gebied is uitgevoerd door medewerkers van het GeoEngineering Centre van het Royal Military College of Canada (GEC). Dat onderzoek richtte zich op de vraag of EPS (Expanded Polystyreen, oftewel piepschuim) kan worden toegepast als buffer rond de fundering van huizen.

Door het toepassen van een laag EPS tegen de fundering bleek tijdens proeven van het GEC een demping realiseerbaar van circa 33%. In navolging van deze proeven is een numeriek model

opgesteld om de resultaten van de proeven te kunnen koppelen aan meetresultaten van een daadwerkelijke aardbeving. Uit het numerieke model kwam naar voren dat een dempingspercentage van 55% theoretisch haalbaar is.

De theorie

Om de werking van het dempend materiaal goed te kunnen begrijpen en goed toe te kunnen passen, heb ik terug moeten grijpen naar ouderwetse natuurkunde.

(Bouw)trillingen zijn en gedragen zich als golven. Op het moment dat een (trillings)golf een oppervlak raakt, oftewel zich probeert voort te bewegen van de ene stof naar de volgende, zal de golf worden beïnvloed. Een deel van de golf zal worden doorgegeven en een deel zal worden gereflecteerd.

Door gebruik te maken van dit fenomeen kan, afhankelijk van de gewenste situatie, zoveel mogelijk van de golf worden geabsorbeerd of gereflecteerd. Een goed voorbeeld van praktisch gebruik van deze kennis is het "onzichtbaar"



Aanbrengen EPS: Theorie (links) en praktijk (rechts)



Mee'opstelling pilotproject

maken van vliegtuigen voor radar. In dat geval wordt een zo groot mogelijk deel van de golf-energie geabsorbeerd. Om schade door trillingen te voorkomen wil je juist het tegenovergestelde bereiken.

Op basis van dit principe is door mij een theoretisch model opgesteld om te berekenen hoe de intensiteit van trillingen verminderd kan worden. Het doel van het afstudeeronderzoek was om dit theoretisch model te verifiëren door het doen van proeven.

De praktijk

Parallel lopend aan elkaar zijn er twee praktijkproeven uitgevoerd. Ten eerste is op kleine schaal een aantal proeven uitgevoerd waarbij verschillende materialen zijn getest. Zo is er getest met EPS, steenwol en zelfs staalplaten. Door zelf de proeven uit te voeren kreeg ik een goed gevoel bij wat er nu gebeurde en vooral welke materialen goed dempen, maar ook met welke materialen goed te werken is.

Naast de kleinschalige proeven heb ik ook het geluk gehad dat ik samen met collega's een pilotproject kon opzetten in het kader van werkzaamheden in Rotterdam. De belangrijkste oorzaak van de trillingen tijdens de werkzaamheden was het slopen (met een grote pneumatische hamer) van de betonnen fundering van een trambaan. Omdat EPS het makkelijkst leverbaar was, is gekozen om de funderingsbalk van enkele woningen hiermee te bekleden. Dit is gedaan door een sleuf te graven en daar een EPS plaat in aan te brengen. Vervolgens hebben we hier uitgebreide metingen kunnen doen.

Conclusie van het afstudeeronderzoek

Op basis van de modelproeven en het pilotpro-

ject komt EPS toch als een van de best dempende materialen naar voren. Er is een demping van circa 50 – 70% te realiseren. Naast de dempende werking heeft het materiaal ook een grote praktische toepasbaarheid. Het lichte gewicht maakt het makkelijk verwerkbaar. Het lichte gewicht heeft echter één nadeel. Door het lage gewicht kunnen de platen opdrijven in het grondwater.

Uiteindelijk bleek het theoretisch model dat ik had opgesteld te beperkt te zijn. Om een goede prognose te maken van de werking van dempende materialen zal een beter model moeten worden opgesteld wat demping beter omschrijft. Op deze manier kan vooraf aan de hand van het model worden bepaald of het toepassen van dempende materialen interessant is.

Waarschijnlijk zijn er ook betere materialen beschikbaar dan EPS, welke goed dempend werken en ook goed verwerkbaar zijn. Hierbij kan bijvoorbeeld aan bepaalde polymeren worden

gedacht. Het is zeker waardevol om hier nog verder onderzoek naar te doen.

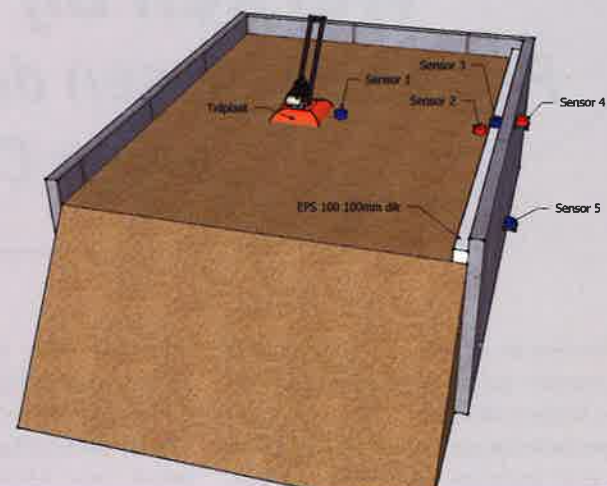
Vervolgonderzoek

Ook al werk ik niet meer bij het IGR, ik ben nog steeds zijdelings betrokken bij de verdere ontwikkeling van de trillingsdempende maatregelen. Sinds het afronden van mijn afstudeeronderzoek zijn er diverse nieuwe proefprojecten binnen de gemeente Rotterdam geweest, welke veelbelovende resultaten laten zien en welke uitnodigen tot verder onderzoek.

Tot slot

Voor mij draaide het in mijn afstudeeronderzoek om datgene wat ik interessant vind in de geotechniek: Ook al heb je een adviserende rol, je zit heel dicht op de uitvoering en je bent vooral op een praktische manier bezig met je werk. Van achter je computer op kantoor sta je zo met de 'poten' in de bagger!

Opstelling kleine proef



Overzicht Pilotproject