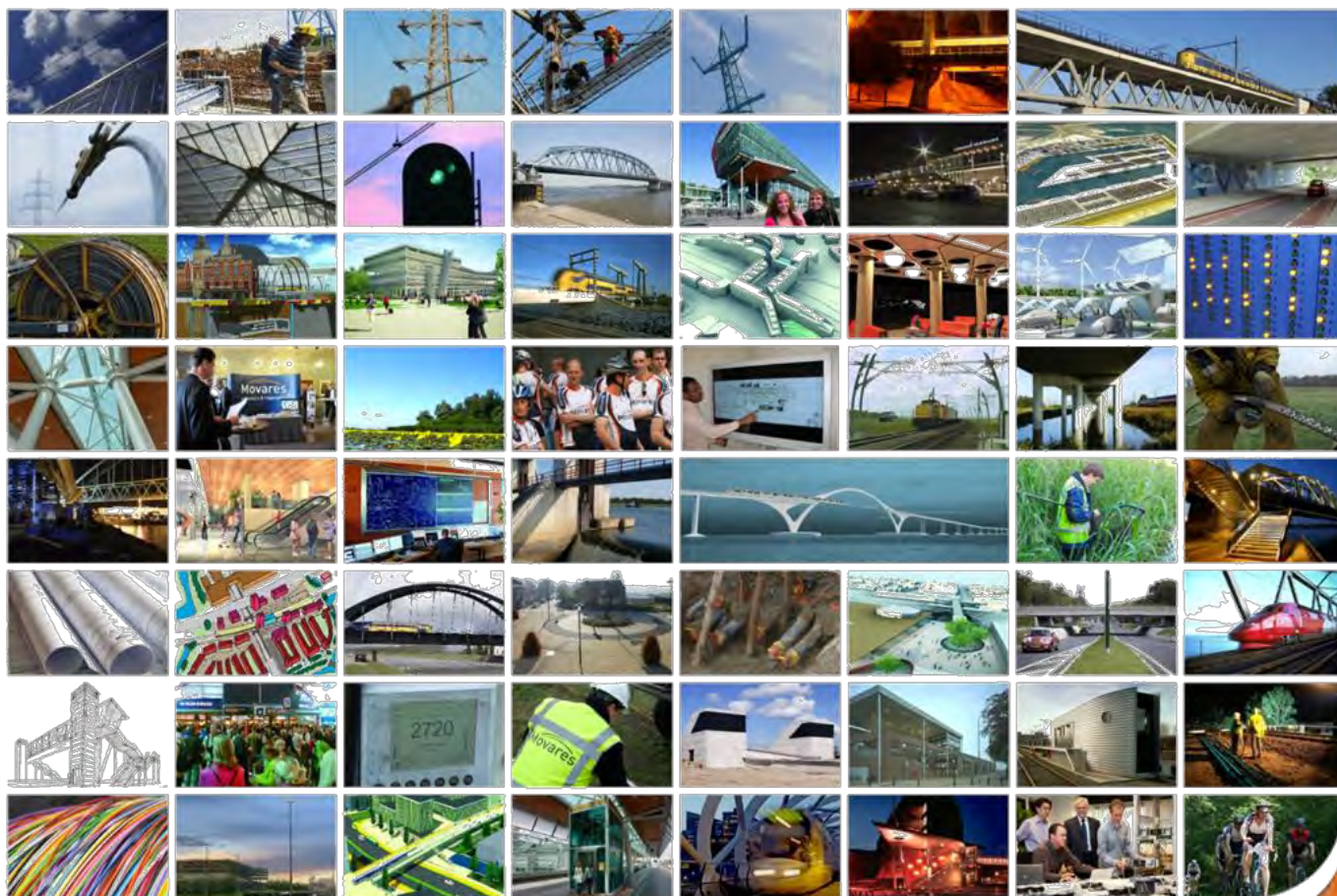




OND-ET-CON-TR-RAP-101

2 december 2014- Versie 2.0

Samenvatting

Ten behoeve van het project *Doorstroomstation Utrecht (DSSU)* wijzigt ProRail de sporen in de regio Utrecht. In het kader van dit project worden nieuwe sporen en wissels aangelegd, wijzigt de snelheid van een aantal treinen en wijzigt het spoorgebruik. Deze maatregelen hebben invloed op de trillingssterkte ten gevolge van passerende treinen in de gebouwen in de nabijheid van het spoor. Met behulp van trillingsmodellen is in het hoofdrapport van het trillingsonderzoek een prognose gemaakt van de trillingssituatie langs het gehele tracé. Deze prognose is beoordeeld op de BTS. In een aantal subgebieden wordt een toename van de trillingshinder verwacht, zodat nader onderzoek noodzakelijk is.

Het doel van het in dit rapport beschreven onderzoek is om de trillingssituatie in de referentie- en plansituatie te bepalen aan de hand van metingen in gebouwen en deze te toetsen ten aanzien van trillingshinder. De metingen zijn uitgevoerd in die subgebieden waarin op basis van het stap 2-model van het trillingsonderzoek overschrijdingen van de BTS niet zijn uit te sluiten. Dit rapport bevat de resultaten van deze metingen en berekeningen voor de trillingssituatie per meetlocatie in de verschillende situaties.

Door middel van metingen in gebouwen in 2014 is de trillingssterkte vastgesteld. Vervolgens is middels een aantal verschillende onderzoeken het effect van de verschillende wijzigingen in sporenlay-out, treinsnelheid, treinenloop en taludgeometrie op deze locatie vastgesteld. Met behulp van deze effecten is een berekening gemaakt voor de referentie- en plansituatie van het project *DSSU*.

De trillingssituatie in de plansituatie is beoordeeld op de BTS om te bepalen op welke locaties de trillingssituatie in de plansituatie niet voldoen aan het beoordelingskader. Uit dit onderzoek volgt dat bij de volgende deelgebieden overschrijdingen van de BTS zullen optreden ten gevolge van het project *DSSU*: 1 (Cremerstraat), 2 (Westplein, bij het Stadskantoor), 3 (Raadwijk/Hendrik Tollensstraat), 4 (Tolsteegplantsoen), 7 (Nieuwe Houtenseweg noord/De Wadden, rond Nieuwe Houtenseweg 2), 9 (Nieuwe Houtenseweg zuid/Mereveldseweg, rond Nieuwe Houtenseweg 27 en 55), 12 (Koningsweg), 17 (Nicolaas Beetsstraat), 18 (Daalseplein) en 26 (2^e Daalsebuurt, bij de Seringstraat). Voor deze locaties dienen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

Begrippenlijst

BTS	Beleidsregel Trillinghinder Spoor, beoordelingsrichtlijn van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu ten aanzien van trillinghinder t.b.v. de vaststelling van tracébesluiten voor de aanleg, wijziging of opnieuw in gebruik nemen van een landelijke spoorweg, d.d. 10 april 2012, Staatscourant. 2012, nr. 7532 en de bijbehorende wijzigingen van 24 maart 2014, Staatscourant. 2014, nr. 8251
SBR-richtlijn	Door de Stichting BouwResearch opgestelde richtlijn om trillingssterkte te beoordelen. De richtlijn bestaat uit 3 delen: • Deel A: schade aan gebouwen; • Deel B: hinder voor personen in gebouwen; • Deel C: verstoring van apparatuur.
Geovib	3D eindige elementenmodel dat de voortplanting van trillingssterkte door de bodem berekent. Het model is heel geschikt om verschillende varianten van bijvoorbeeld de taludgeometrie door te rekenen, of om de invloed van trillingsmaatregelen te onderzoeken. Geovib is in het verleden ontwikkeld door Movares en wordt al jarenlang toegepast binnen trillingsonderzoeken. Het model is uitvoerig geverifieerd met behulp van metingen.
(O)TB	(Ontwerp)tracébesluit (ontwerp)besluit op grond van de Tracéwet, waarin het project is vastgelegd
Referentiesituatie	Huidige situatie, wordt in de BTS referentiesituatie genoemd. In dit onderzoek wordt als jaartal 2007 gehanteerd
Plansituatie	Situatie die ontstaat in het planjaar na realisatie van <i>DSSU</i>
OTC	Ondergrondse Trillingsreducerende Constructie, een constructie in de bodem waarmee trillingssterkte worden gedempt of gereflecteerd, zodat in de bebouwing achter deze constructie minder trillingshinder wordt ervaren
V_{max}	Maximaal optredende trillingssterkte, bepaald conform de in de BTS voorgeschreven naverwerkingsprocedure van Level Acoustics
μ	De mediaan (middelste waarde van een dataset) van de lognormale verdeling (statistische kansverdeling. In de BTS wordt aangenomen dat de trillingssterkte van een groot aantal treinen een lognormale verdeling vertonen) waarop de naverwerkingsprocedure is gebaseerd
σ	De standaardafwijking (maatstaf voor de variatie in trillingssterkte van de treinen in de dataset) van deze verdeling
β	Betrouwbaarheidscoëfficiënt, een indicatie van hoeveel variatie de meting kent. Een hogere betrouwbaarheidscoëfficiënt duidt op meer variatie
X	Percentage dat aangeeft over hoeveel procent van de gemeten treinpassages de maximale trillingssterkte V_{max} is bepaald
$\#topX\%$	Aantal dat aangeeft over hoeveel treinpassages de maximale trillingssterkte V_{max} is bepaald
R	Getal dat de reproduceerbaarheid van een dataset aangeeft. Wenselijk is een R lager dan 10 procent
$V_{per, dag}$	Trillingsintensiteit gedurende de dag (7:00 tot 19:00)
$V_{per, avond}$	Trillingsintensiteit gedurende de avond (19:00 tot 23:00)
$V_{per, nacht}$	Trillingsintensiteit gedurende de nacht (23:00 tot 7:00)
$V_{per, grenswaarde}$	Grenswaarde voor de trillingsintensiteit conform de BTS

Q

Verhouding tussen trillingssterkte in referentie- en plansituatie, eventueel gecorrigeerd voor de reproduceerbaarheid R . Maximale waarde conform de BTS is 1.3

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
Begrippenlijst	2
1 Inleiding	12
1.1 Aanleiding	12
1.2 Doel van het onderzoek	12
1.3 Opzet van het onderzoek	12
1.4 Toegepaste richtlijnen en uitgangspunten	13
1.5 Leeswijzer	13
2 Situatiebeschrijving	14
2.1 Onderzoeksgebied	14
2.2 Referentiesituatie	16
2.2.1. <i>Spoorgebruik</i>	16
2.2.2. <i>Snelheden</i>	16
2.2.3. <i>Treinintensiteiten</i>	17
2.3 Plansituatie	17
2.3.1. <i>Uitgangspunten</i>	17
2.3.2. <i>Spoorgebruik</i>	17
2.3.3. <i>Treinsnelheid</i>	18
2.3.4. <i>Treinintensiteit</i>	19
3 Beoordelingskader	20
3.1 Algemeen	20
3.2 BTS (Beleidsregel Trillingshinder Spoor)	20
3.2.1. <i>Normstelling in de BTS</i>	21
3.2.2. <i>Beoordeling van trillingssituatie</i>	21
3.3 Beoordeling in huidige onderzoek	22
4 Resultaten metingen en predicties	23
4.1 Cremerstraat 96	24
4.1.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	24
4.1.2. <i>Referentiesituatie</i>	25
4.1.3. <i>Plansituatie</i>	25
4.1.4. <i>Conclusies</i>	26
4.2 Cremerstraat 38	27
4.2.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	27
4.2.2. <i>Referentiesituatie</i>	28
4.2.3. <i>Plansituatie</i>	28
4.2.4. <i>Conclusies</i>	29
4.3 J.J.A. Goeverneurstraat 47	31
4.3.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	31
4.3.2. <i>Resultaten meting</i>	32
4.3.3. <i>Referentiesituatie</i>	32
4.3.4. <i>Plansituatie</i>	33
4.3.5. <i>Conclusies</i>	34
4.4 Jaarbeursplein 22	35

4.4.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	35
4.4.2. <i>Referentiesituatie</i>	36
4.4.3. <i>Plansituatie</i>	36
4.4.4. <i>Conclusies</i>	38
4.5 Stads Kantoor	39
4.5.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	39
4.5.2. <i>Referentiesituatie</i>	40
4.5.3. <i>Plansituatie</i>	40
4.5.4. <i>Conclusies</i>	41
4.6 Jaarbeursplein 6	43
4.6.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	43
4.6.2. <i>Referentiesituatie</i>	44
4.6.3. <i>Plansituatie</i>	44
4.6.4. <i>Conclusies</i>	45
4.7 Hendrik Tollenstraat 1 en 5	47
4.7.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	47
4.7.2. <i>Resultaten meting</i>	48
4.7.3. <i>Referentiesituatie</i>	48
4.7.4. <i>Plansituatie</i>	49
4.7.5. <i>Conclusies</i>	50
4.8 Raadwijk 2bisA	51
4.8.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	51
4.8.2. <i>Resultaten meting</i>	52
4.8.3. <i>Referentiesituatie</i>	52
4.8.4. <i>Plansituatie</i>	53
4.8.5. <i>Vervolgonderzoek</i>	54
4.8.6. <i>Conclusies</i>	55
4.9 Tolsteegplantsoen 10-3	56
4.9.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	56
4.9.2. <i>Resultaten meting</i>	57
4.9.3. <i>Referentiesituatie</i>	57
4.9.4. <i>Plansituatie</i>	58
4.9.5. <i>Conclusies</i>	59
4.10 Tolsteegplantsoen 45-3	60
4.10.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	60
4.10.2. <i>Resultaten meting</i>	61
4.10.3. <i>Referentiesituatie</i>	61
4.10.4. <i>Plansituatie</i>	62
4.10.5. <i>Conclusies</i>	63
4.11 Saffierlaan 10-680	64
4.11.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	64
4.11.2. <i>Resultaten meting</i>	65
4.11.3. <i>Referentiesituatie</i>	65
4.11.4. <i>Plansituatie</i>	66
4.11.5. <i>Conclusies</i>	67
4.12 Saffierlaan 10-770	68
4.12.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	68
4.12.2. <i>Resultaten meting</i>	69
4.12.3. <i>Referentiesituatie</i>	69
4.12.4. <i>Plansituatie</i>	70

4.12.5. <i>Conclusies</i>	71
4.13 Kariboestraat 49	72
4.13.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	72
4.13.2. <i>Resultaten meting</i>	73
4.13.3. <i>Referentiesituatie</i>	73
4.13.4. <i>Plansituatie</i>	74
4.13.5. <i>Vervolgonderzoek</i>	75
4.13.6. <i>Conclusies</i>	76
4.14 Engelsmanplaat 18	77
4.14.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	77
4.14.2. <i>Resultaten meting</i>	78
4.14.3. <i>Referentiesituatie</i>	78
4.14.4. <i>Plansituatie</i>	79
4.14.5. <i>Conclusies</i>	80
4.15 Engelsmanplaat 36	81
4.15.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	81
4.15.2. <i>Resultaten meting</i>	82
4.15.3. <i>Referentiesituatie</i>	82
4.15.4. <i>Plansituatie</i>	83
4.15.5. <i>Conclusies</i>	84
4.16 Engelsmanplaat 48	85
4.16.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	85
4.16.2. <i>Resultaten meting</i>	86
4.16.3. <i>Referentiesituatie</i>	86
4.16.4. <i>Plansituatie</i>	87
4.16.5. <i>Conclusies</i>	88
4.17 De Wadden 87	89
4.17.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	89
4.17.2. <i>Resultaten meting</i>	90
4.17.3. <i>Referentiesituatie</i>	90
4.17.4. <i>Plansituatie</i>	91
4.17.5. <i>Conclusies</i>	92
4.18 De Wadden 99	93
4.18.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	93
4.18.2. <i>Resultaten meting</i>	94
4.18.3. <i>Referentiesituatie</i>	94
4.18.4. <i>Plansituatie</i>	95
4.18.5. <i>Conclusies</i>	96
4.19 Nieuwe Houtenseweg 2	97
4.19.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	97
4.19.2. <i>Resultaten meting</i>	98
4.19.3. <i>Referentiesituatie</i>	98
4.19.4. <i>Plansituatie</i>	99
4.19.5. <i>Conclusies</i>	100
4.20 Nieuwe Houtenseweg 27	101
4.20.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	101
4.20.2. <i>Resultaten meting</i>	102
4.20.3. <i>Referentiesituatie</i>	102
4.20.4. <i>Plansituatie</i>	103
4.20.5. <i>Conclusies</i>	104

4.21 Nieuwe Houtenseweg 55	105
4.21.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	105
4.21.2. <i>Resultaten meting</i>	106
4.21.3. <i>Referentiesituatie</i>	106
4.21.4. <i>Plansituatie</i>	107
4.21.5. <i>Conclusies</i>	108
4.22 Mereveldseweg 15	109
4.22.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	109
4.22.2. <i>Resultaten meting</i>	110
4.22.3. <i>Referentiesituatie</i>	110
4.22.4. <i>Plansituatie</i>	111
4.22.5. <i>Conclusies</i>	112
4.23 Houtensepad 200	113
4.23.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	113
4.23.2. <i>Resultaten meting</i>	114
4.23.3. <i>Referentiesituatie</i>	114
4.23.4. <i>Plansituatie</i>	115
4.23.5. <i>Conclusies</i>	116
4.24 Koningsweg 187	117
4.24.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	117
4.24.2. <i>Resultaten meting</i>	118
4.24.3. <i>Referentiesituatie</i>	118
4.24.4. <i>Plansituatie</i>	118
4.24.5. <i>Conclusies</i>	120
4.25 Rijndijk 27	121
4.25.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	121
4.25.2. <i>Resultaten meting</i>	122
4.25.3. <i>Referentiesituatie</i>	122
4.25.4. <i>Plansituatie</i>	123
4.25.5. <i>Conclusies</i>	124
4.26 Rijndijk 23	125
4.26.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	125
4.26.2. <i>Resultaten meting</i>	126
4.26.3. <i>Referentiesituatie</i>	126
4.26.4. <i>Plansituatie</i>	127
4.26.5. <i>Conclusies</i>	128
4.27 Oude Houtensepad 76	129
4.27.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	129
4.27.2. <i>Resultaten meting</i>	130
4.27.3. <i>Referentiesituatie</i>	130
4.27.4. <i>Plansituatie</i>	131
4.27.5. <i>Conclusies</i>	132
4.28 Pelikaanstraat 40 bis	133
4.28.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	133
4.28.2. <i>Resultaten meting</i>	134
4.28.3. <i>Referentiesituatie</i>	134
4.28.4. <i>Plansituatie</i>	135
4.28.5. <i>Conclusies</i>	136
4.29 Pelikaanstraat 9	137
4.29.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	137

4.29.2. Resultaten meting	138
4.29.3. Referentiesituatie	138
4.29.4. Plansituatie	139
4.29.5. Conclusies	140
4.30 Vaartsestraat 224	141
4.30.1. Wijzigingen aan sporen	141
4.30.2. Resultaten meting	142
4.30.3. Referentiesituatie	142
4.30.4. Plansituatie	143
4.30.5. Conclusies	144
4.31 Vaartsestraat 176	145
4.31.1. Wijzigingen aan sporen	145
4.31.2. Resultaten meting	146
4.31.3. Referentiesituatie	146
4.31.4. Plansituatie	147
4.31.5. Conclusies	148
4.32 Arthur van Schendelstraat 670	149
4.32.1. Wijzigingen aan sporen	149
4.32.2. Resultaten meting	150
4.32.3. Referentiesituatie	150
4.32.4. Plansituatie	151
4.32.5. Conclusies	152
4.33 Arthur van Schendelstraat 623	153
4.33.1. Wijzigingen aan sporen	153
4.33.2. Resultaten meting	154
4.33.3. Referentiesituatie	154
4.33.4. Plansituatie	155
4.33.5. Conclusies	156
4.34 Arthur van Schendelstraat 203	157
4.34.1. Wijzigingen aan sporen	157
4.34.2. Resultaten meting	158
4.34.3. Referentiesituatie	158
4.34.4. Plansituatie	159
4.34.5. Conclusies	160
4.35 Nicolaas Beetsstraat 222	161
4.35.1. Wijzigingen aan sporen	161
4.35.2. Resultaten meting	162
4.35.3. Referentiesituatie	162
4.35.4. Plansituatie	163
4.35.5. Conclusies	164
4.36 Nicolaas Beetsstraat 212	165
4.36.1. Wijzigingen aan sporen	165
4.36.2. Resultaten meting	166
4.36.3. Referentiesituatie	166
4.36.4. Plansituatie	167
4.36.5. Conclusies	168
4.37 Laan van Puntenburg 100	169
4.37.1. Wijzigingen aan sporen	169
4.37.2. Resultaten meting	170
4.37.3. Referentiesituatie	170

4.37.4. Plansituatie	171
4.37.5. Conclusies	172
4.38 Katreinetoren	173
4.38.1. Wijzigingen aan sporen	173
4.38.2. Resultaten meting	174
4.38.3. Referentiesituatie	174
4.38.4. Plansituatie	175
4.38.5. Conclusies	176
4.39 Leidseveer 10	177
4.39.1. Wijzigingen aan sporen	177
4.39.2. Referentiesituatie	178
4.39.3. Plansituatie	178
4.39.4. Conclusies	179
4.40 Daalseplein 101	180
4.40.1. Wijzigingen aan sporen	180
4.40.2. Referentiesituatie	181
4.40.3. Plansituatie	181
4.40.4. Conclusies	182
4.41 Wolfstraat 100	184
4.41.1. Wijzigingen aan sporen	184
4.41.2. Referentiesituatie	185
4.41.3. Plansituatie	185
4.41.4. Conclusies	186
4.42 Spijkerstraat 26	188
4.42.1. Wijzigingen aan sporen	188
4.42.2. Referentiesituatie	189
4.42.3. Plansituatie	189
4.42.4. Vervolgonderzoek	191
4.42.5. Conclusies	191
4.43 Turfstraat 39	193
4.43.1. Wijzigingen aan sporen	193
4.43.2. Referentiesituatie	194
4.43.3. Plansituatie	194
4.43.4. Conclusies	195
4.44 Nieuwe Pijlsweerdstraat 23	196
4.44.1. Wijzigingen aan sporen	196
4.44.2. Referentiesituatie	197
4.44.3. Plansituatie	197
4.44.4. Conclusies	198
4.45 Nieuwe Pijlsweerdstraat 63	199
4.45.1. Wijzigingen aan sporen	199
4.45.2. Referentiesituatie	200
4.45.3. Plansituatie	200
4.45.4. Vervolgonderzoek	201
4.45.5. Conclusies	202
4.46 Nieuwe Pijlsweerdstraat 83	204
4.46.1. Wijzigingen aan sporen	204
4.46.2. Referentiesituatie	205
4.46.3. Plansituatie	205
4.46.4. Vervolgonderzoek	206

4.46.5. <i>Conclusies</i>	207
4.47 Oudenoord 700	209
4.47.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	209
4.47.2. <i>Referentiesituatie</i>	210
4.47.3. <i>Plansituatie</i>	210
4.47.4. <i>Conclusies</i>	211
4.48 Leliestraat 55	212
4.48.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	212
4.48.2. <i>Referentiesituatie</i>	213
4.48.3. <i>Plansituatie</i>	213
4.48.4. <i>Conclusies</i>	214
4.49 Schutstraat 89	215
4.49.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	215
4.49.2. <i>Referentiesituatie</i>	216
4.49.3. <i>Plansituatie</i>	216
4.49.4. <i>Conclusies</i>	217
4.50 Schutstraat 64	218
4.50.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	218
4.50.2. <i>Referentiesituatie</i>	219
4.50.3. <i>Plansituatie</i>	219
4.50.4. <i>Conclusies</i>	220
4.51 Schutstraat 20	221
4.51.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	221
4.51.2. <i>Referentiesituatie</i>	222
4.51.3. <i>Plansituatie</i>	222
4.51.4. <i>Conclusies</i>	223
4.52 Amsterdamsestraat-weg 171C	224
4.52.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	224
4.52.2. <i>Referentiesituatie</i>	225
4.52.3. <i>Plansituatie</i>	225
4.52.4. <i>Conclusies</i>	226
4.53 Dijkstraat 20	227
4.53.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	227
4.53.2. <i>Referentiesituatie</i>	228
4.53.3. <i>Plansituatie</i>	228
4.53.4. <i>Conclusies</i>	229
4.54 Concordiastraat 67	230
4.54.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	230
4.54.2. <i>Referentiesituatie</i>	231
4.54.3. <i>Plansituatie</i>	231
4.54.4. <i>Conclusies</i>	232
4.55 Seringstraat 6	234
4.55.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	234
4.55.2. <i>Referentiesituatie</i>	235
4.55.3. <i>Plansituatie</i>	235
4.55.4. <i>Conclusies</i>	236
4.56 Seringstraat 136	237
4.56.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	237
4.56.2. <i>Referentiesituatie</i>	238
4.56.3. <i>Plansituatie</i>	238

4.56.4. <i>Conclusies</i>	239
4.57 Jan Overdijkstraat 39D	240
4.57.1. <i>Wijzigingen aan sporen</i>	240
4.57.2. <i>Referentiesituatie</i>	241
4.57.3. <i>Plansituatie</i>	241
4.57.4. <i>Conclusies</i>	242
5 Conclusies	243
Colofon	244

Bijlage I Gebruikt prognosemodel

Bijlage II Berekeningsparameters

Bijlage III Metingen, berekeningsparameters en resultaten

Bijlage IV Verwerkingsprocedure trillingsmetingen

Bijlage V Methodiek aanvullen datasets

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Door het Kabinet is in 2010 de Voorkeursbeslissing over het Programma Hoogfrequent Spoorvervoer (PHS) genomen. Onderdeel van dit programma is de ombouw van station Utrecht Centraal tot een doorstroomstation: DoorStroomStation Utrecht (verder: *DSSU*). *DSSU* heeft als doel de capaciteit, kwaliteit en robuustheid van de railinfrastructuur rond Utrecht Centraal de komende jaren te vergroten. Door een aantal fysieke maatregelen wordt het rijden met hogere intensiteiten en hogere snelheden van zowel goederen- als reizigerstreinen mogelijk gemaakt met een grotere betrouwbaarheid. Het project *DSSU* omvat daartoe onder meer de realisatie van de volgende maatregelen:

- realiseren van twee extra perronsporen (20 en 21) aan weerszijden van een nieuw te realiseren perron 8 bij station Utrecht Centraal;
- realiseren van een 8^e spoor tussen station Utrecht Centraal en station Utrecht Vaartsche Rijn;
- realiseren van een keerspoor tussen de sporen 20 en 21;
- verwijdering en/of vervanging van wissels;

Om *DSSU* te realiseren is conform de tracéwet een tracébesluit nodig met een verkorte tracéwetprocedure. Ter ondersteuning van de besluitvorming over het tracébesluit zal de procedure van de milieueffectrapportage (verder: m.e.r.-procedure) worden doorlopen.

Omdat de wijzigingen die in het kader van het project *DSSU* worden gerealiseerd, invloed hebben op de trillingssterkte ten gevolge van passerende treinen in gebouwen in de nabijheid van het spoor, is een trillingsonderzoek uitgevoerd om de invloed van het project op de trillingssituatie in gebouwen in de nabijheid van het spoor vast te stellen.

Met behulp van trillingsmodellen is een prognose gemaakt van de trillingssituatie langs het gehele tracé. Deze prognose is beoordeeld op de BTS. In een aantal subgebieden wordt een toename van de trillingshinder verwacht, zodat nader onderzoek noodzakelijk is. In deze subgebieden zijn metingen in gebouwen uitgevoerd om een nauwkeurige bepaling van de huidige en toekomstige trillingssituatie te kunnen maken. Dit rapport bevat de resultaten van deze metingen en de predicties voor de trillingssituatie in de plansituatie.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om de trillingssituatie te bepalen aan de hand van metingen in gebouwen, deze te toetsen ten aanzien van trillingshinder en eventueel maatregelen voor te stellen om de trillingshinder te reduceren.

1.3 Opzet van het onderzoek

De opzet van dit onderzoek is als volgt:

1. Vaststellen van de trillingssterktes in de huidige situatie (winter en voorjaar 2014);
2. Berekenen van de trillingssituatie in de referentiesituatie;
3. Berekenen van de trillingssituatie in de plansituatie;
4. Beoordelen op overschrijding van de grenswaarden uit het beoordelingskader.

Wanneer uit de prognoses blijkt dat er mitigerende maatregelen nodig zijn op de

meetlocaties, dan wordt aanvullend onderzoek uitgevoerd. Dit aanvullende maatregelenonderzoek is beschreven in een afzonderlijk rapport.

1.4 Toegepaste richtlijnen en uitgangspunten

Voor dit onderzoek en het bepalen van de relevante grootheden wordt gebruik gemaakt van de *Beleidsregel Trillinghinder Spoor* (BTS) en het bijbehorende memo van Level Acoustics¹.

1.5 Leeswijzer

Een algemene situatiebeschrijving is weergegeven in hoofdstuk 2. Het toetsingskader staat beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 zijn de meetresultaten en de berekeningen voor de referentie- en plansituatie weergegeven per meetlocatie. In dit hoofdstuk zijn ook de gebruikte berekeningsparameters opgenomen. Bijlage I bevat gegevens van de uitgevoerde meting, Bijlage II van het gebruikte prognosemodel en Bijlage III de meet- en prognoseresultaten.

¹ A. Koopman, LA.131001a.M04.2

2 Situatiebeschrijving

In dit meetrapport wordt onderscheid gemaakt tussen drie situaties:

1. De referentiesituatie conform de BTS, in 2007;
2. De situatie van de metingen, in de winter en het voorjaar van 2014. Hierbij was aan de zuidzijde van station Utrecht Centraal de sporenlay-out en de treinsnelheid al gewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie;
3. De plansituatie. Dit is de situatie na realisering van het project *DSSU*.

2.1 Onderzoeksgebied

Het tracédeel waarop dit trillingsonderzoek betrekking heeft, is het gebied tussen het Amsterdam-Rijnkanaal (km 0.96 (richting Woerden), resp. km 31.9 (richting Amsterdam)) / Utrecht Overvecht (km 3.5 (richting Amersfoort)) en km 6.1 (richting Houten) / 40.9 (richting Arnhem). Dit onderzoeksgebied is opgedeeld in subgebieden, zie Figuur 2-1. Deze opdeling heeft plaatsgevonden op basis van type bebouwing, taludgeometrie, afstand tot het spoor, bodemgesteldheid en treinsnelheid. Door deze benaderingswijze is het mogelijk om bepaalde onderzoeksgebieden in hun geheel wel of niet mee te nemen in vervolgonderzoek.

De nummers van de subgebieden zijn weergegeven in Tabel 2-1. In de subgebieden waar op basis van het nauwkeurige trillingsmodel een overschrijding wordt verwacht, is aanvullend onderzoek uitgevoerd in de vorm van metingen in gebouwen. Ter verificatie van de modellen is daarnaast ook in andere gebouwen een meting uitgevoerd.

Tabel 2-1 *Subgebieden met meetlocaties*

Nr	Naam subgebied in trillingsonderzoek	Uitgevoerd onderzoek
1	Cremerstraat	Cremerstraat 96 Cremerstraat 38 J.J.A Goeverneurstraat 47
2	Westplein	Jaarbeursplein 22 Stadsplateau 1
3	Raadwijk / Hendrik Tollensstraat	Jaarbeursplein 6 Hendrik Tollensstraat 1 en 5 Raadwijk 2 bis A
4	Tolsteegplantsoen	Tolsteegplantsoen 10-3 Tolsteegplantsoen 45-3 Saffierlaan 660 Saffierlaan 770 Kariboestraat 49
6	Engelsmanplaat	Engelsmanplaat 18 Engelsmanplaat 36 Engelsmanplaat 48
7	Nieuwe Houtenseweg noord / De Wadden	De Wadden 87 De Wadden 99 Nieuwe Houtenseweg 2
9	Nieuwe Houtenseweg zuid / Mereveldseweg	Nieuwe Houtenseweg 27 Nieuwe Houtenseweg 55 Mereveldseweg 15
10	Houtensepad	Houtensepad 200

11	Rijndijk	Rijndijk 27 Rijndijk 23
13	Koningsweg	Koningsweg 187
14	Oude Houtensepad noord	Oude Houtensepad 76
15	Pelikaanstraat	Pelikaanstraat 40 bis Pelikaanstraat 9
16	Vaartsestraat	Vaartsestraat 224 Vaartsestraat 176
17	Nicolaas Beetsstraat	Arthur van Schendelstraat 670 Arthur van Schendelstraat 623 Arthur van Schendelstraat 203 Nicolaas Beetsstraat 222 Nicolaas Beetsstraat 212 Laan van Puntenburg 100 Katreinetoren
18	Daalseplein	Leidseveer 10 Daalseplein 101
19	Spijkerstraat	Wolfstraat 100 Spijkerstraat 26
20	Pijlsweerd	Turfstraat 39 Nieuwe Pijlsweerdstraat 23 Nieuwe Pijlsweerdstraat 63 Nieuwe Pijlsweerdstraat 83 Oudenoord 700
25	Ondiep	Leliestraat 55 Schutstraat 89 Schutstraat 64 Schutstraat 20 Amsterdamsestraatweg 171C Dijkstraat 20
26	2 ^e Daalsebuurt	Concordiastraat 67 Seringsstraat 6 Seringsstraat 136
27	Julianapark en Elinkwijk	Jan Overdijkstraat 39D



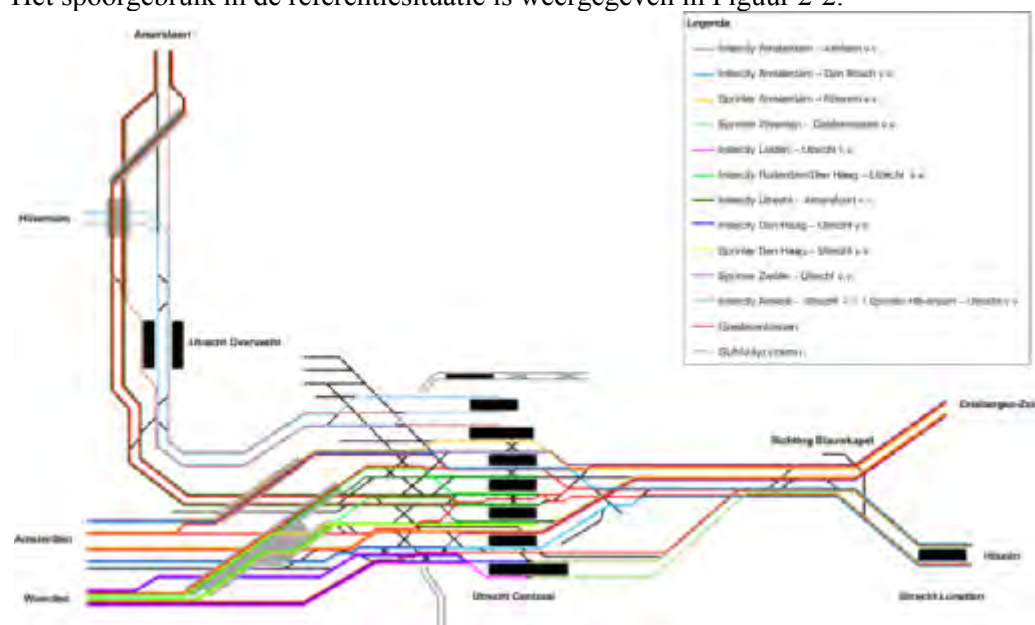
Figuur 2-1 Subgebieden en meetlocaties in trillingsonderzoek

2.2 Referentiesituatie

Deze paragraaf bevat een beschrijving van de referentiesituatie. Als referentiesituatie conform het vigerende beleidskader, de BTS, geldt de spoorligging van 2007, vóór aanvang van de werkzaamheden ten behoeve van *Sporen in Utrecht*. De beoordeling van trillingshinder vindt plaats ten opzichte van deze situatie. Alle overige gegevens, zoals spoorgebruik en treinintensiteiten, worden ook genomen uit dit referentiejaar.

2.2.1. Spoorgebruik

Het spoorgebruik in de referentiesituatie is weergegeven in Figuur 2-2.



Figuur 2-2 Lijnvoeringsschema in referentiesituatie

2.2.2. Snelheden

Voor de snelheidsprofielen worden de maximale te hanteren snelheden gebruikt, deze zijn bepaald aan de hand van de seinplaatsing, zie Figuur 2-4 voor de in dit onderzoek gehanteerde maximale snelheden van reizigers- en goederentreinen.

2.2.3. Treinintensiteiten

De treinaantallen per uur per richting zijn weergegeven in het hoofdrapport van het trillingsonderzoek.

2.3 Plansituatie

Deze paragraaf bevat een beschrijving van de plansituatie rond station Utrecht Centraal, na realisatie van DSSU, in 2020. De belangrijkste wijzigingen zijn veranderingen in spoorgebruik, treinsnelheid en het verwijderen van een groot aantal wissels in de onmiddellijke nabijheid van station Utrecht Centraal.

2.3.1. Uitgangspunten

Voor de plansituatie is in het trillingsonderzoek gebruik gemaakt van de in Tabel 2-2 weergegeven documenten.

Tabel 2-2 Gebruikte documenten voor plansituatie

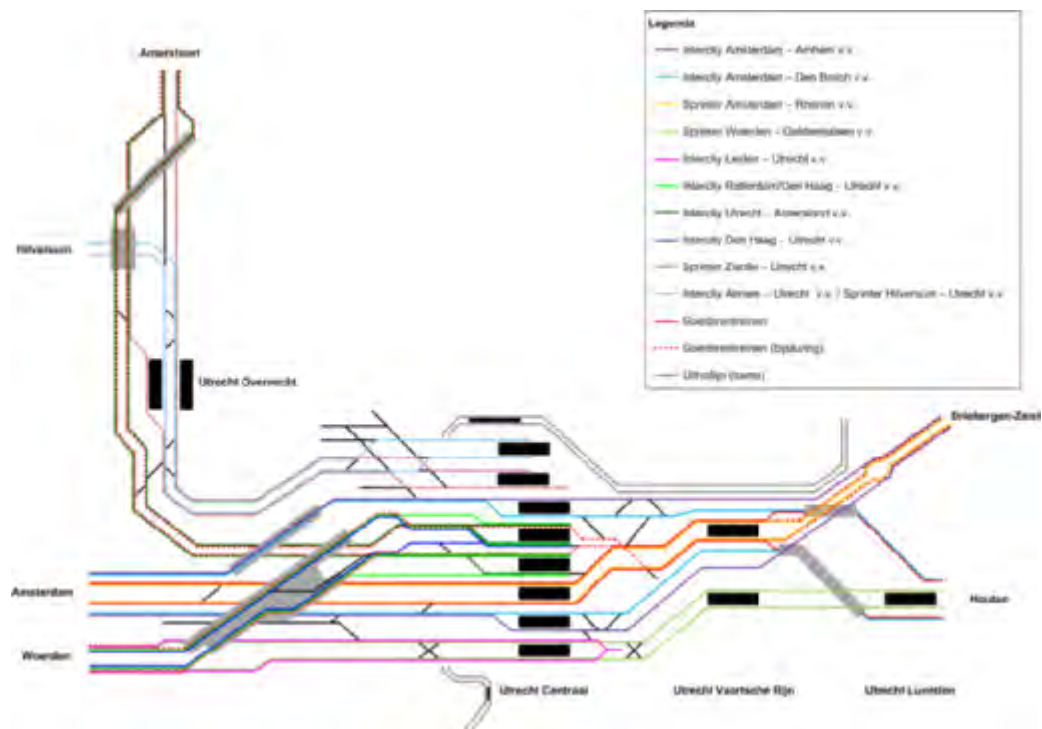
1. Tekeningen Definitief Ontwerp DSSU, Movares, DO-ET-BS-00-ST-17 tot en met DO-ET-BS-00-ST-27, DO-ET-BS-00-ST-55 en DO-ET-BS-00-ST-75, 12 februari 2014
2. Tekeningen keerwand Kruisvaart, Strukton Infratechnieken, TUO-GEO-2100-C tot TUO-GEO-2500-B en TUO-ALG-1000-B, 27 mei 2011
3. Tekeningen parkeergarage Halte Vaartsche Rijn, Strukton Infratechnieken, TUO-HVR-0001-C tot TUO-HVR-0104-A, 29 juli 2011
4. Tekeningen HOV-baan, Strukton Infratechnieken, TDO-HOV-0101-A tot TDO-HOV-0202-A, 26 oktober 2010
5. Dwarsprofielen definitief ontwerp DSSU, Movares, 6 oktober 2009
6. Dwarsprofielen Kruisvaart, Movares, 29 april 2009

Ten opzichte van de referentiesituatie zijn in de plansituatie de volgende zaken gewijzigd:

1. Sporenlay-out en spoorgebruik wordt gewijzigd (zie tekeningen in OTB DSSU);
2. De geometrie van het spoortalud wordt gewijzigd. Op de locatie Engelsmanplaat bijvoorbeeld is een keerwand (ondergrondse, trillingsreducerende constructie) gerealiseerd in het kader van het project *Sporen in Utrecht* om de trillingssterkte in de woningen langs het spoor te reduceren. Deze keerwand is gerealiseerd omdat de spoorsloot werd gedempt, waardoor de trillingssterkte zou toenemen. Ook op andere locaties wijzigt de taludgeometrie;
3. Treinsnelheid wijzigt door een wijziging in seinplaatsing en spoorgebruik;
4. Treinintensiteit wijzigt;
5. Uithoflijn (tramlijn) is aangelegd.

2.3.2. Spoorgebruik

Het spoorgebruik in de plansituatie is weergegeven in Figuur 2-3. De belangrijkste wijziging is de ontvlechting van het treinverkeer op de diverse corridors.



Figuur 2-3 Lijnvoeringsschema in plansituatie

2.3.3. Treinsnelheid

Ook voor de plansituatie zijn de snelheden van de treinen per locatie bepaald aan de hand van de seinplaatsing. De maximale snelheid van goederen- en reizigerstreinen in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 2-4. In deze figuur vallen de volgende projecteffecten op:

- Reizigerstreinen remmen na realisatie van het project pas vlak voor het binnenkomen van het station. Hierdoor verbeteren de opvolgtijden tussen opeenvolgende treinen sterk. Dit wordt onder meer mogelijk gemaakt door het verwijderen van een groot aantal wissels.
De grootste wijzigingen voor reizigerstreinen vinden dan ook plaats in de onmiddellijke nabijheid van het station;
- Goederentreinen rijden met hogere snelheid door Utrecht Centraal. De goederentreinen vanuit de richtingen Rotterdam en Amsterdam behoeven niet meer af te remmen voor station Utrecht Centraal, treinen vanuit het zuiden en vanuit Amersfoort moeten nog wel afremmen, maar kunnen ook met een hogere snelheid door Utrecht Centraal passeren. Vooral de hogere snelheid van de goederentreinen leidt tot aanzienlijk kortere opvolgtijden van de treinen.



Figuur 2-4 Maximale snelheden voor reizigers- (links) en goederentreinen (rechts) in de referentie- (boven) en plansituatie (onder)

2.3.4. Treinintensiteit

De treinintensiteiten in de referentie- en plansituatie zijn weergegeven in het hoofdrapport van het trillingsonderzoek.

3 Beoordelingskader

3.1 Algemeen

Treinverkeer, maar ook bouwwerkzaamheden en wegverkeer, kunnen aanleiding geven tot trillingssterkte in gebouwen. Deze trillingssterkte kunnen leiden tot hinder of schade. De Duitse DIN 4150-2 (1999) norm beschrijft criteria voor het meten en beoordelen van trillingssterkte. De Nederlandse SBR richtlijn is hierop gebaseerd.

De SBR richtlijn is in Nederland de meest gebruikte richtlijn voor het beoordelen van trillingssterkte en bestaat uit 3 delen:

- Deel A: schade aan gebouwen;
- Deel B: hinder voor personen in gebouwen;
- Deel C: verstoring van apparatuur.

Daarnaast heeft het ministerie van Infrastructuur en Milieu een *Beleidsregel Trillingshinder Spoor* (BTS) opgesteld, dat een wijziging van en aanvulling op de SBR B-richtlijn is.

In dit onderzoek wordt verstoring aan apparatuur niet onderzocht. Voor het onderzoek naar trillingshinder wordt gebruik gemaakt van de BTS. In de volgende paragrafen staat de BTS beschreven.

3.2 BTS (Beleidsregel Trillingshinder Spoor)

Tot op heden zijn er nog geen richtlijnen voor trillingshinder vastgelegd in wetgeving, zoals dat bijvoorbeeld voor geluidhinder wel het geval is. Vooruitlopend op toekomstige wetgeving heeft het ministerie van Infrastructuur en Milieu in 2012 een *Beleidsregel Trillingshinder Spoor* (BTS) opgesteld, dat een wijziging van en aanvulling op de SBR B richtlijn is. Naar aanleiding van de uitspraken van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State op 2 oktober 2013 in zake de tracébesluiten *Sporen in Arnhem 2012* en *Sporen in Utrecht 2012 deeltracé Utrecht Centraal – Houten*, is de BTS gewijzigd om tegemoet te komen aan de kritiekpunten. De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de eerdere BTS komen tot uiting in:

- Een nadere invulling van het doelmatigheidscriterium, met een richtbedrag van € 47.000 per woning met overschrijdingen. Dit bedrag is gebaseerd op een MKBA², uitgevoerd door Witteveen+Bos, Royal Haskoning DHV en TNO;
- Een aanpassing van de meetprocedure. De trillingssterkte wordt bepaald over een meetperiode van tenminste een week;
- De introductie van een naverwerkingsmethode, met als doel een reproduceerbare maximale trillingssterkte te genereren, die vergelijkbaar is met de methode zoals gehanteerd in de SBR B-richtlijn;
- De introductie van een reproduceerbaarheidswaarde *R*. Deze factor is een indicatie van de onzekerheid in de meting en eventuele prognoses die zijn gemaakt, en geeft aan in hoeverre het resultaat van een herhaling van de meting of berekeningen kan afwijken van het gegeven resultaat. Wanneer deze *R*-waarde hoger is dan 10 procent, wordt bij het beoordelen van de trillingssituatie en het nemen van maatregelen rekening gehouden met deze onzekerheid;

² MKBA = Maatschappelijke Kosten Baten Analyse

- De introductie van een zogenaamde Q -waarde, de verhouding tussen de trillingssterkte in de plan- en referentiesituatie. Bij metingen met een hoge R -waarde wordt deze Q -waarde gecorrigeerd voor de lagere reproduceerbaarheid.

In de BTS wordt onderscheid gemaakt tussen nieuwe en bestaande situaties, waarbij de grenswaarden voor nieuwe situaties strenger zijn dan voor bestaande situaties. Dit project valt onder bestaande (gewijzigde) situaties. BTS artikel 1 spreekt van een ‘bestaande situatie als een referentiesituatie waarin reeds sprake is van trillingssterkte als gevolg van railverkeer’.

De BTS maakt daarnaast onderscheid tussen de dag- en avondperiode en de nachtperiode. Hierbij geldt dat de grenswaarden van de trillingssterktes gedurende de nacht lager zijn dan die gedurende de dag en avond.

Om de trillingssterkte in een gebouw te bepalen dient de effectieve trillingssnelheid v_{eff} gemeten te worden in een gebouw gedurende een periode van minimaal een week. Deze effectieve trillingssnelheid wordt bepaald als voortschrijdend gemiddelde per 30 seconden. Vervolgens wordt per 30 seconden de maximale waarde van dit voortschrijdend gemiddelde genomen. Middels een statistische procedure wordt vervolgens een waarde bepaald voor V_{max} , zie ook Bijlage IV. Deze waarde wordt gebruikt voor toetsing aan de grenswaarden.

V_{per} geeft een indicatie van de trillingsintensiteit. Deze waarde wordt bepaald door het kwadratisch gemiddelde te nemen van de maximale trillingssterkte per 30 seconden indien deze boven de drempelwaarde van 0,1 valt. Trillingssnelheden onder de 0,1 zijn nauwelijks voelbaar en worden niet meegenomen in de bepaling van de V_{per} . Het kwadratisch gemiddelde wordt vervolgens gecorrigeerd voor de tijd waarin de trillingssnelheden boven de 0,1 uitkomen. Zie voor de exacte bepaling de SBR B-richtlijn.

3.2.1. Normstelling in de BTS

De grenswaarden in de BTS verschillen over de dag en avond (7.00 – 23.00 uur) en nacht (23.00 – 7.00 uur) en zijn verschillend per gebouwfunctie. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen gebouwen met een kritische werkruimte (gevoelige apparatuur e.d.), gezondheidszorg en wonen en kantoren en gebouwen ten behoeve van bijeenkomsten. Bij elke gebouwfunctie horen andere toegestane trillingssterktes, zie Tabel 3-1 voor de normstelling voor bestaande situaties.

De BTS kent drie grenswaarden: A1, de grenswaarde voor de trillingssterkte V_{max} , A2, de grenswaarde voor de trillingssterkte V_{max} en A3, de grenswaarde voor de trillingsintensiteit V_{per} .

Tabel 3-1 Normstelling bestaande situatie conform BTS

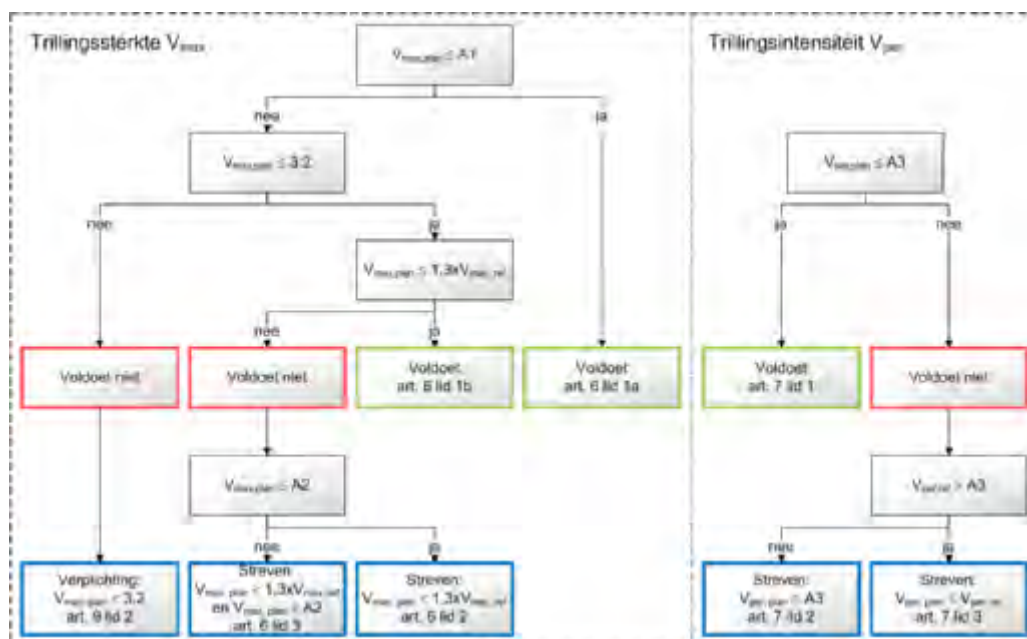
Gebouwfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Gezondheidszorg en wonen	0.2	0.8	0.1	0.2	0.4	0.1
Onderwijs, kantoor en bijeenkomsten	0.3	1.2	0.15	0.3	1.2	0.15
Kritische ruimte	0.1	0.1	---	0.1	0.1	---

3.2.2. Beoordeling van trillingssituatie

Voor het beoordelen of een bepaalde locatie voldoet aan de BTS voor bestaande situaties moet het schema in Figuur 3-1 worden doorlopen. Maatregelen ter voorkoming of beperking van de trillingshinder met betrekking tot de

waarde van V_{max} kunnen achterwege blijven indien wordt voldaan aan één van de twee volgende condities:

1. De waarde van V_{max} in de plansituatie is lager dan A1 en de waarde van de trillingsintensiteit V_{per} is lager dan A3;
2. Q is kleiner of gelijk aan 1.3 en de waarde van de trillingsintensiteit V_{per} is lager dan A3, bovendien is de trillingssterkte in de plansituatie lager dan de grenswaarde van 3.2.



Figuur 3-1 Stroomschema interpretatie streef- en grenswaarden A1 en A3 voor gewijzigde situaties in de BTS

3.3 Beoordeling in huidige onderzoek

Voor alle meetlocaties wordt beoordeeld op de BTS. Een deel van de meetlocaties heeft bestemming *Kantoor*, *onderwijs* of *bijeenkomst*, de overige meetlocaties de bestemming *Wonen*. Per meetlocatie worden op basis van Tabel 3-1 de streef- en grenswaarden vastgesteld.

4 Resultaten metingen en predicties

In het kader van dit onderzoek zijn in 22 gebouwen metingen uitgevoerd, zie Figuur 4-1. Per meetlocatie worden in dit hoofdstuk een foto van de gevel, een situatiebeschrijving en meet- en berekeningsresultaten gegeven. Achtergrondgegevens van de metingen zijn opgenomen in Bijlage III en berekeningsgegevens in Bijlage II.

De nummers in Figuur 4-1 corresponderen met de paragraafnummers in dit hoofdstuk.



Figuur 4-1 *Overzicht meetlocaties*

4.1 Cremerstraat 96

De meetlocatie Cremerstraat 96 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-2.



Figuur 4-2 Gevel Cremerstraat 96 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (19) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (20) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de eerste verdieping.

4.1.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. De wijzigingen op deze locatie zijn beperkt tot het verwijderen van enkele sporen;
2. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-3. In Figuur 4-2 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-3 Meetlocatie Cremerstraat 96 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.1.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-1. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-1 Resultaten referentiesituatie

	19, fundering			20, boven		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.01	0.03	0.01	0.05	0.06
$V_{per, avond}$	0.01	0.01	0.03	0.01	0.04	0.05
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03
V_{max}	0.20	0.20	0.28	0.22	0.38	0.47
X (%)	0.40	0.40	1.56	0.40	0.40	1.56
#topX%	29	29	113	29	29	113
μ	-1.81	-1.85	-1.60	-1.74	-1.27	-1.20
σ	0.13	0.16	0.16	0.16	0.20	0.21
β	1.49	1.49	2.10	1.49	1.49	2.10
R	6	8	5	8	9	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 6470 reizigers- en 756 goederentreinen gemeten.

4.1.3. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

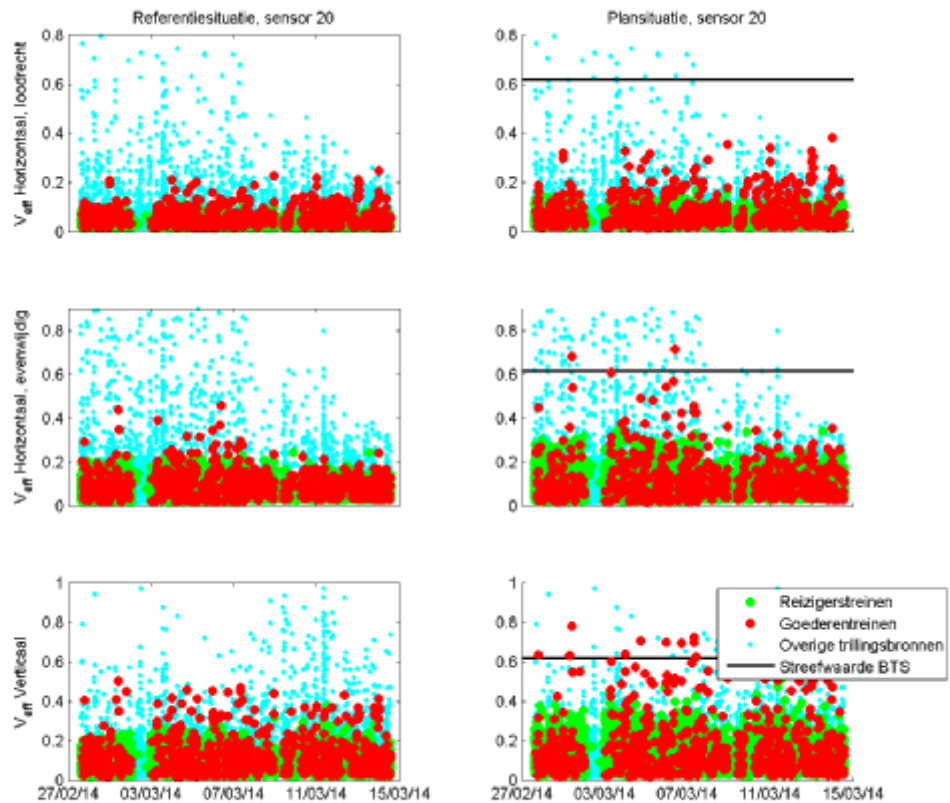
De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-2. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden. Overschrijdingen van de grenswaarden zijn oranje gearceerd.

Tabel 4-2 Resultaten berekening plansituatie

	19, fundering			20, boven		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.04	0.04	0.07	0.02	0.09	0.11
$V_{per, avond}$	0.03	0.03	0.07	0.02	0.09	0.10
$V_{per, nacht}$	0.02	0.02	0.04	0.02	0.05	0.06
V_{max}	0.31	0.28	0.43	0.35	0.65	0.74
X (%)	0.40	0.40	1.56	0.40	0.40	1.56
#topX%	29	29	113	29	29	113
μ	-1.37	-1.51	-1.19	-1.30	-0.87	-0.78
σ	0.13	0.16	0.17	0.16	0.23	0.23
β	1.49	1.49	2.10	1.49	1.49	2.10
R	6	7	5	8	11	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.55. De trillingssterkte neemt voelbaar toe, bovendien is er een overschrijding van de grenswaarde voor de trillingsintensiteit V_{per} . Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 20, is weergegeven in Figuur 4-4. De complete dataset met de trillingssterkte

per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-4 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.1.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie. Dit komt met name door de hogere snelheid van (een deel van) de treinen. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie hoger dan de grenswaarde.

Voor deze locatie dienen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

4.2 Cremerstraat 38

De meetlocatie Cremerstraat 38 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-5.



Figuur 4-5 Gevel Cremerstraat 38 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

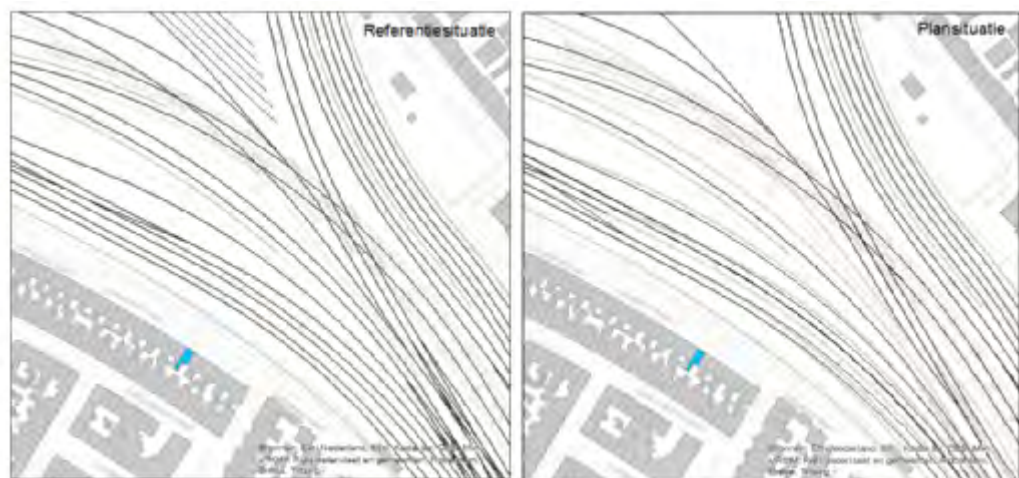
1. Een tweedimensionale trillingssensor (1-2) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (1-1) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de tweede verdieping.

4.2.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. De wijzigingen op deze locatie zijn beperkt tot het verwijderen van enkele niet-doorgaande sporen;
2. Gewijzigde rijnsnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-6. In Figuur 4-5 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-6 Meetlocatie Cremerstraat 38 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.2.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-3. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-3 Resultaten referentiesituatie

	1-2, fundering		1-1, boven		
	H1	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	< 0.01	0.04	0.01	0.05
$V_{per, avond}$	0.01	< 0.01	0.03	0.01	0.04
$V_{per, nacht}$	0.01	< 0.01	0.02	0.01	0.02
V_{max}	0.21	0.09	0.38	0.21	0.34
X (%)	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
#topX%	29	29	29	29	29
μ	-1.79	-2.48	-1.23	-1.78	-1.31
σ	0.16	0.07	0.17	0.14	0.15
β	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
R	8	3	8	7	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 11769 reizigers- en 1325 goederentreinen gemeten.

4.2.3. Plansituatie

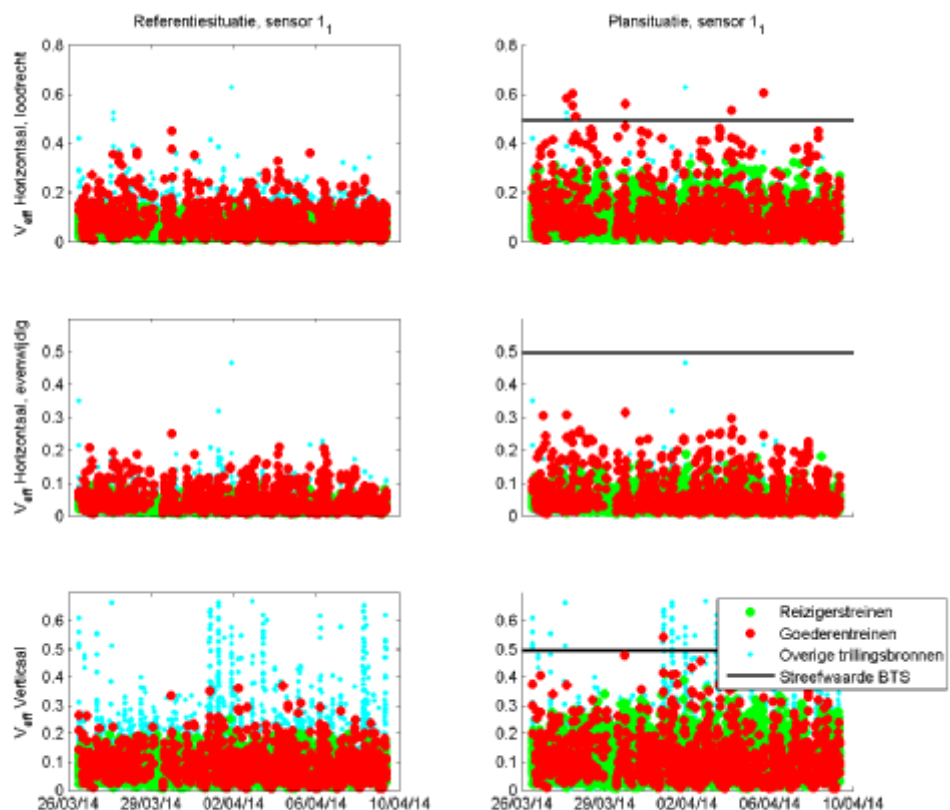
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-4. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-4 Resultaten berekening plansituatie

	1-2, fundering		1-1, boven		
	H1	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	<0.01	0.07	0.02	0.09
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.07	0.02	0.08
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.03	0.01	0.04
V_{max}	0.32	0.15	0.57	0.29	0.48
X (%)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
#topX%	20	20	20	20	20
μ	-1.32	-2.02	-0.73	-1.36	-0.85
σ	0.13	0.08	0.12	0.10	0.09
β	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
R	7	4	6	5	5
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.50. De trillingssterkte neemt voelbaar toe. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 1-1, is weergegeven in Figuur 4-7. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-7 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.2.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de

referentiesituatie. Dit komt met name door de hogere snelheid van (een deel van) de treinen.

Voor deze locatie dienen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

4.3 J.J.A. Gouverneurstraat 47

De meetlocatie J.J.A. Gouverneurstraat 47 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-8.



Figuur 4-8 Gevel J.J.A. Gouverneurstraat 47 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

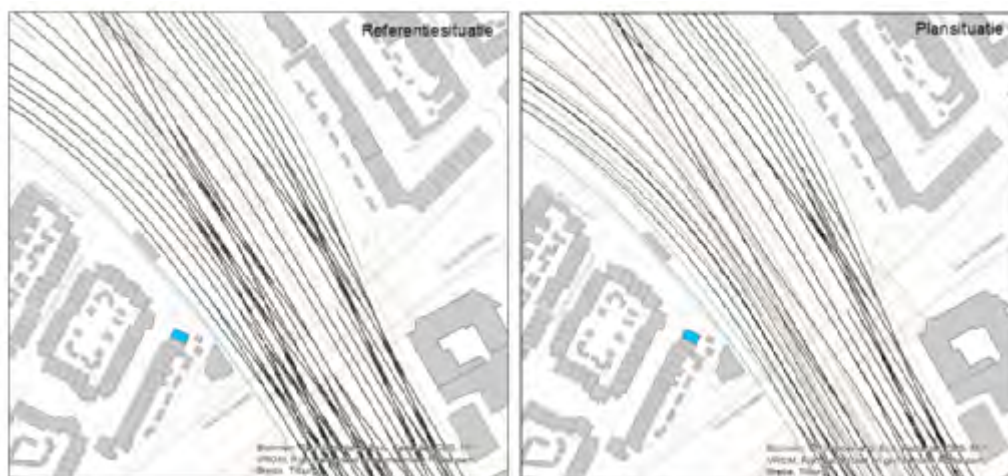
1. Een driedimensionale trillingssensor (8) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (19) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de tweede verdieping.

4.3.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. De belangrijkste wijzigingen zijn dat het meest dichtbij gelegen spoor verder van deze woning vandaan komt te liggen, verder wordt een groot aantal wissels verwijderd;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-9. In Figuur 4-8 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. De sporenlay-out ten tijde van de metingen is al gewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie, maar nog niet conform de plansituatie.



Figuur 4-9 Meetlocatie J.J.A. Goeverneurstraat 47 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.3.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-5. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-5 Meetresultaten

	19, boven			8, fundering		
	V	H2	H1	V	H2	H1
V_{max}	0.22	0.29	0.29	0.23	0.13	0.11
X (%)	3.13	0.21	0.21	0.40	25.01	0.21
#topX%	305	20	20	39	2437	20
μ	-2.24	-1.44	-1.41	-1.72	-2.95	-2.34
σ	0.30	0.15	0.13	0.15	0.28	0.11
β	2.47	1.29	1.29	1.64	3.13	1.29
R	7	8	7	7	3	6

Op deze locatie zijn 9186 reizigers- en 821 goederentreinen gemeten.

4.3.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald, zie Tabel 4-6.

Tabel 4-6 Resultaten berekening referentiesituatie

	19, boven			8, fundering		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	< 0.01
$V_{per, avond}$	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	< 0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	< 0.01
V_{max}	0.22	0.29	0.29	0.23	0.13	0.11
X (%)	3.13	0.21	0.21	0.40	12.51	0.21
#topX%	305	20	20	39	1219	20
μ	-2.24	-1.44	-1.41	-1.72	-2.71	-2.33
σ	0.30	0.15	0.13	0.16	0.22	0.11
β	2.47	1.29	1.29	1.64	2.92	1.29
R	7	8	7	7	3	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.3.4. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

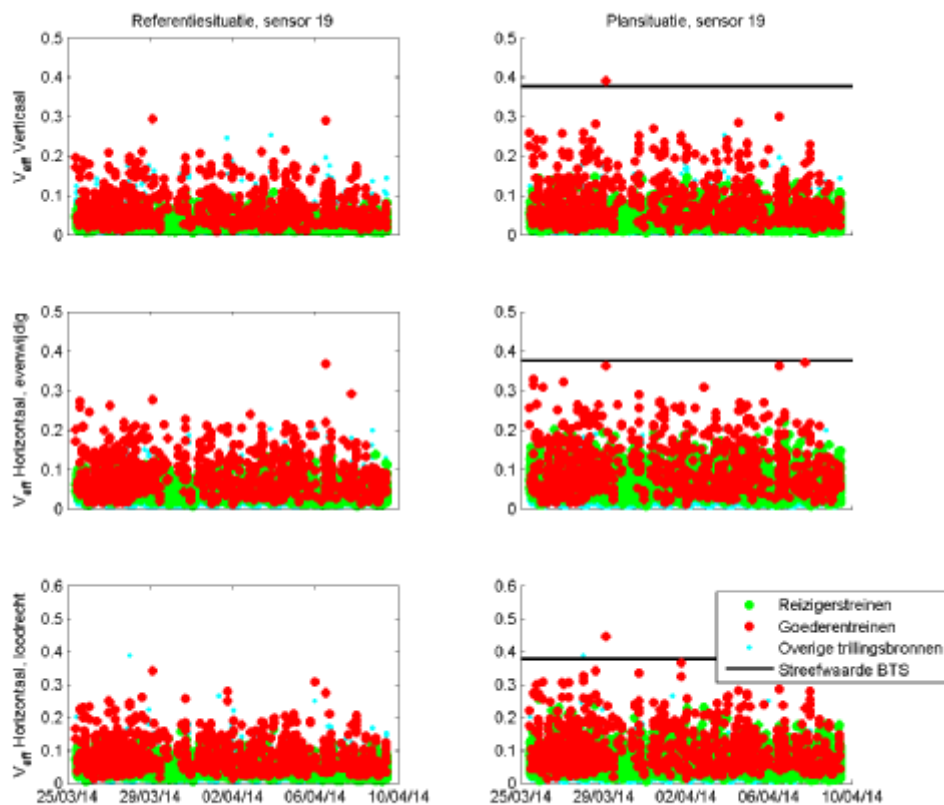
De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-7. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-7 Resultaten berekening plansituatie

	19, boven			8, fundering		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
$V_{per, nacht}$	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
V_{max}	0.29	0.34	0.37	0.30	0.20	0.15
X (%)	1.56	0.20	0.20	0.20	0.20	6.26
#topX%	155	20	20	20	20	620
μ	-1.75	-1.23	-1.16	-1.37	-1.72	-2.34
σ	0.23	0.12	0.13	0.12	0.09	0.17
β	2.22	1.29	1.29	1.29	1.29	2.71
R	6	6	7	6	5	3
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.28. De trillingssterkte neemt niet voelbaar toe.

Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 19, is weergegeven in Figuur 4-10. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-10 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.3.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie. De hogere rijnsnelheid van de treinen wordt deels gecompenseerd door het verwijderen van een groot aantal wissels en het verder weg komen te liggen van enkele sporen.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.4 Jaarbeursplein 22

De meetlocatie Jaarbeursplein 22 heeft de functie *Kantoor*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-11.



Figuur 4-11 Gevel Jaarbeursplein 22 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit kantoor is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

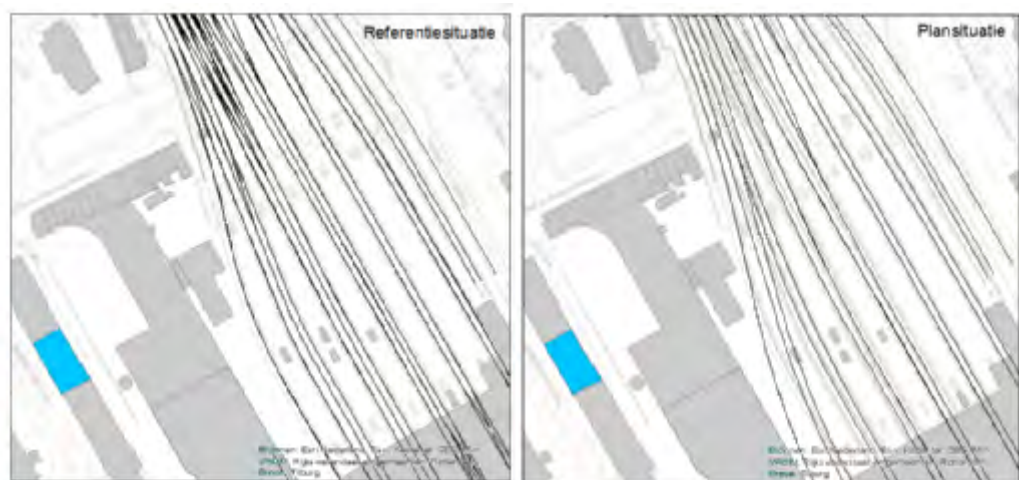
1. Een driedimensionale trillingssensor (17) op een stijf punt op de achtste verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (13) in het midden van het vloerveld in een ruimte op de achtste etage, aan de spoorzijde van het gebouw

4.4.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. De belangrijkste wijzigingen zijn het verplaatsen van enkele sporen in verband met perronaanpassingen van station Utrecht Centraal, en het verwijderen van een aantal wat verder weg gelegen wissels;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-12. In Figuur 4-11 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-12 Meetlocatie Jaarbeursplein 22 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.4.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-8. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-8 Resultaten referentiesituatie

	17, stijf punt			13, midden vloerveld		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01
$V_{per, avond}$	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01
V_{max}	0.17	0.02	0.03	0.18	0.03	0.04
X (%)	6.35	12.69	6.35	6.35	6.35	50.00
#topX%	25	50	25	25	25	197
μ	-1.89	-3.88	-3.45	-1.90	-3.73	-3.65
σ	0.11	0.09	0.07	0.13	0.08	0.18
β	1.29	1.66	1.29	1.29	1.29	2.24
R	5	3	3	6	4	4
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Op deze locatie zijn 6067 reizigers- en 1042 goederentreinen gemeten.

4.4.3. Plansituatie

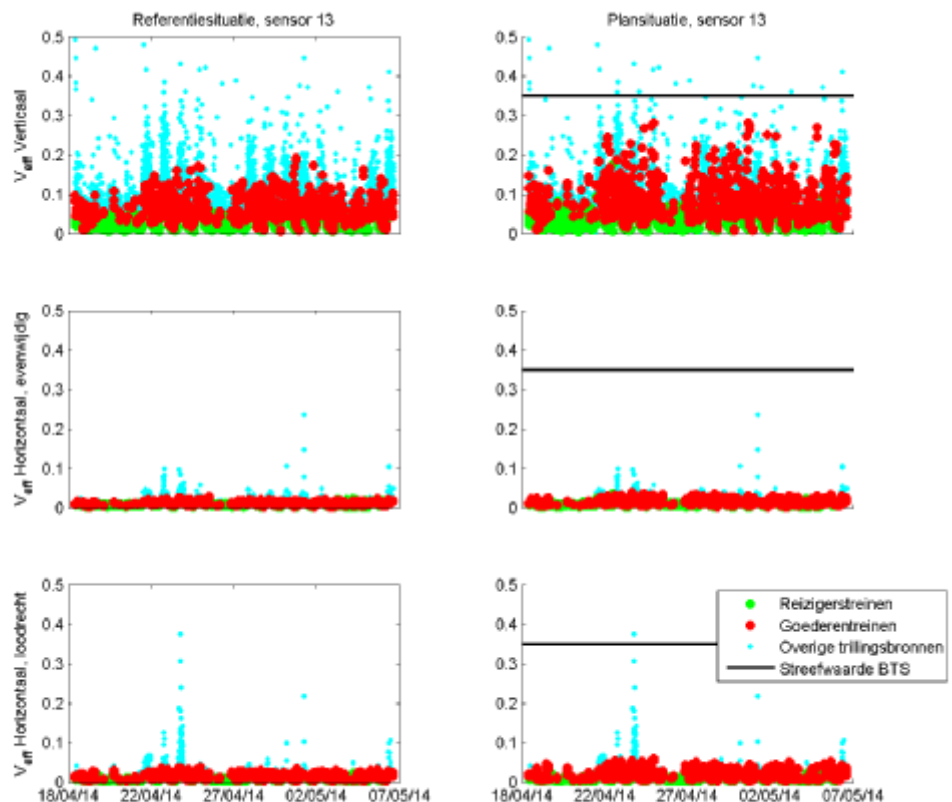
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-9. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-9 Resultaten berekening plansituatie

	17, stijf punt			13, midden vloerveld		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01
$V_{per, avond}$	0.02	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01
V_{max}	0.27	0.03	0.06	0.28	0.04	0.07
X (%)	6.31	6.31	50.00	6.31	12.62	50.00
#topX%	39	39	309	39	78	309
μ	-1.49	-3.48	-3.54	-1.50	-3.48	-3.42
σ	0.12	0.08	0.29	0.14	0.15	0.29
β	1.53	1.53	2.40	1.53	1.86	2.40
R	5	3	6	6	5	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.56. De trillingssterkte neemt voelbaar toe, maar is lager dan de grenswaarde A1. Er zijn daarom geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 13, is weergegeven in Figuur 4-13. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-13 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

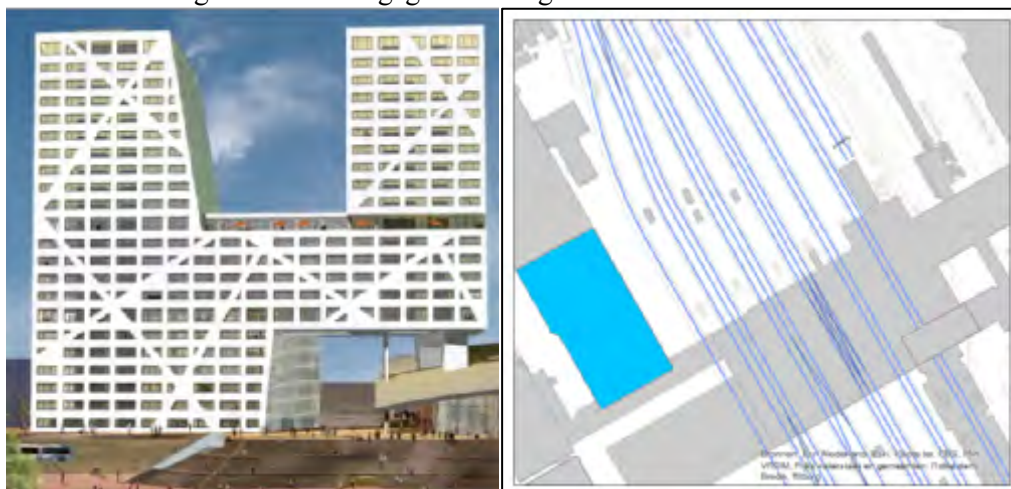
4.4.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie, maar is lager dan de grenswaarde. De toename in trillingssterkte wordt met name veroorzaakt door de hogere snelheid van goederentreinen.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.5 Stads kantoor

Het in aanbouw zijnde Stads kantoor van de gemeente Utrecht heeft de functie *Kantoor*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-14.



Figuur 4-14 Gevel Stads kantoor (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit kantoor is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn vier meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

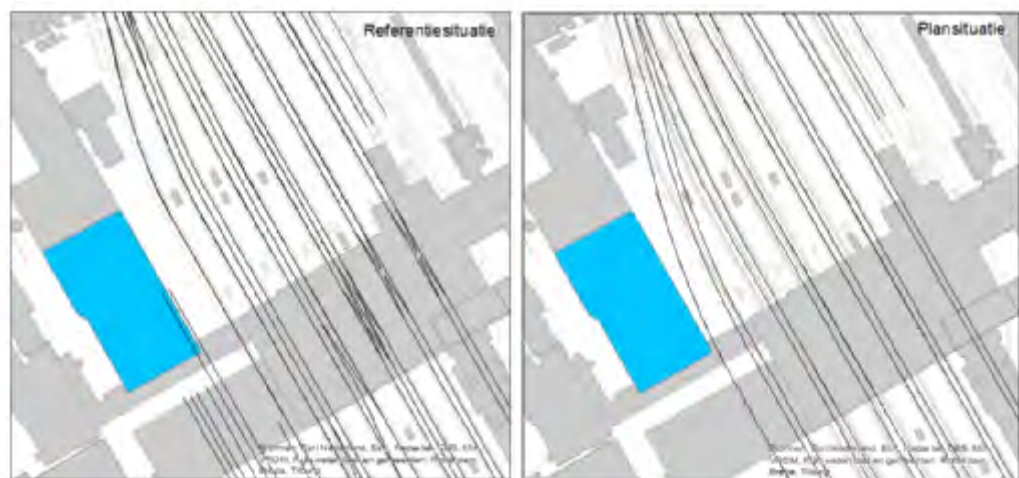
1. Een driedimensionale trillingssensor (6) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (5) in het midden van het vloerveld op de begane grond;
3. Een driedimensionale trillingssensor (9) op een stijf punt op de 21^e verdieping;
4. Een driedimensionale trillingssensor (8) in het midden van het vloerveld op de 21^e verdieping.

4.5.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. De belangrijkste wijziging betreft het aanzienlijk dichterbij komen van de sporen. Daarnaast worden er uit de verder weggelegen sporen een groot aantal wissels verwijderd;
2. Gewijzigde rijsnelheid van met name de goederentreinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-15. In Figuur 4-14 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-15 Meetlocatie Stadskantoor in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.5.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-10. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-10 Resultaten referentiesituatie

	8, midden vloer 21 ^e etage			9, stijf punt 21 ^e etage			5, midden vloer b.g.			6, stijf punt b.g.		
	H1	H2	V	H1	H2	V	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01
$V_{per, avond}$	< 0.01	< 0.01	0.03	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
$V_{per, nacht}$	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
V_{max}	0.02	0.04	0.27	0.04	0.08	0.23	0.03	0.03	0.24	0.03	0.03	0.11
X (%)	50.00	6.25	50.00	3.21	3.21	50.00	3.21	50.00	3.21	50.00	3.21	50.00
#topX%	312	39	312	20	20	312	20	312	20	312	20	312
μ	-4.38	-3.59	-2.04	-3.37	-2.75	-2.44	-3.50	-4.08	-1.56	-4.08	-3.59	-3.21
σ	0.22	0.17	0.29	0.15	0.16	0.39	0.10	0.23	0.09	0.24	0.12	0.40
β	2.56	1.76	2.56	1.43	1.43	2.56	1.43	2.56	1.43	2.56	1.43	2.56
R	5	8	6	9	9	9	5	5	5	5	6	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Op deze locatie zijn 701 goederentreinen gemeten. De trillingssterktes van reizigerstreinen komen op deze locatie niet boven de achtergrondtrillingssterkte uit ($V_{max} < 0.03$).

4.5.3. Plansituatie

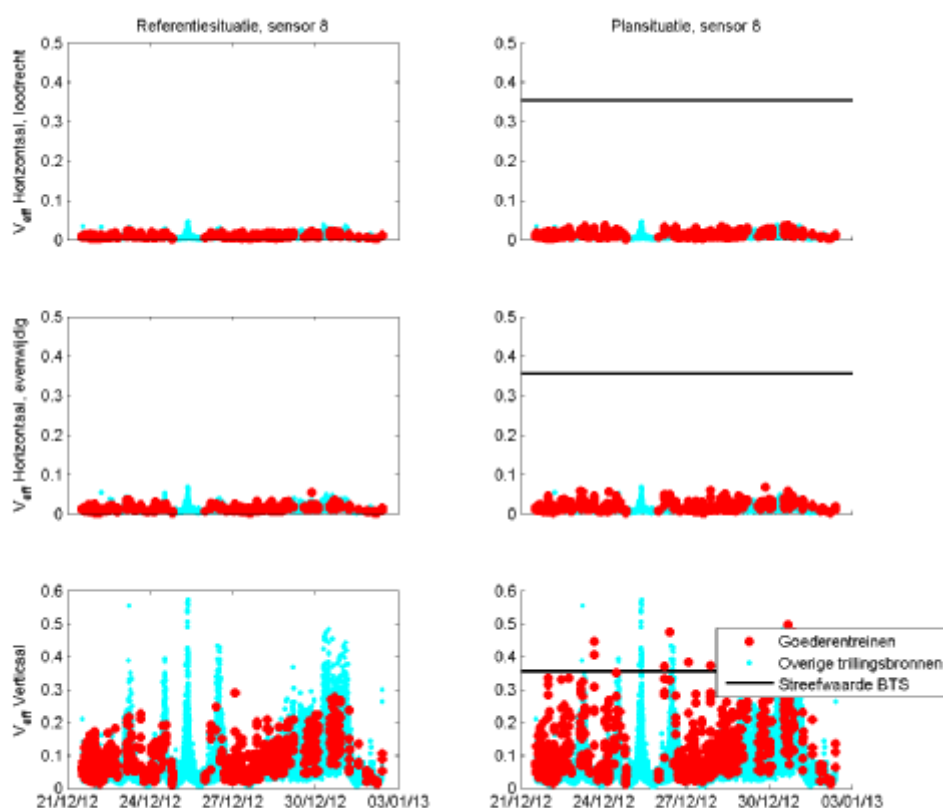
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-11. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-11 Resultaten berekening plansituatie

	8, midden vloer 21 ^e etage			9, stijf punt 21 ^e etage			5, midden vloer b.g.			6, stijf punt b.g.		
	H1	H2	V	H1	H2	V	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	< 0.01	< 0.01	0.03	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	0.01
$V_{per, avond}$	< 0.01	< 0.01	0.04	< 0.01	< 0.01	0.03	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	< 0.01	< 0.01	0.02	0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
V_{max}	0.04	0.06	0.50	0.05	0.12	0.46	0.05	0.05	0.42	0.05	0.05	0.20
X (%)	50.00	50.00	50.00	3.14	50.00	3.14	3.14	50.00	3.14	50.00	50.00	3.14
#topX%	318	318	318	20	318	20	20	318	20	318	318	20
μ	-4.02	-3.66	-1.65	-3.07	-2.93	-1.02	-3.06	-3.72	-1.10	-3.73	-3.71	-1.83
σ	0.28	0.31	0.37	0.09	0.32	0.17	0.10	0.29	0.16	0.30	0.29	0.15
β	2.57	2.57	2.57	1.43	2.57	1.43	1.43	2.57	1.43	2.57	2.57	1.43
R	6	7	8	5	7	10	5	6	9	7	6	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.84. De trillingssterkte neemt voelbaar toe. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 8, is weergegeven in Figuur 4-16. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-16 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.5.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de

referentiesituatie. Dit komt met name door de hogere snelheid van (een deel van) de treinen, bovendien komt een deel van de goederentreinen aanzienlijk dichterbij te rijden.

Voor deze locatie dienen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

4.6 Jaarbeursplein 6

De meetlocatie Jaarbeursplein 6 (Beatrixgebouw) heeft de functie *Bijeenkomst*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-17.



Figuur 4-17 Gevel Jaarbeursplein 6 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

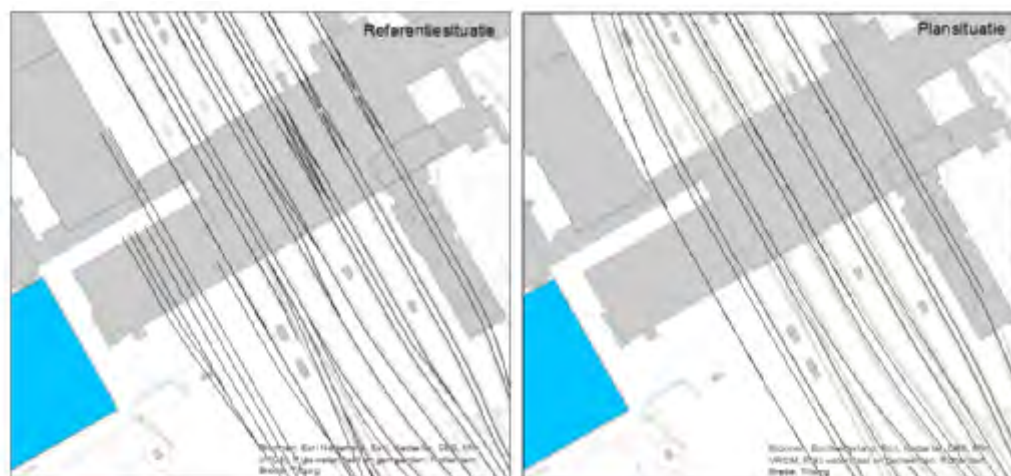
1. Een driedimensionale trillingssensor (17) op een stijf punt op de zevende verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (18) in het midden van het vloerveld in een ruimte op de zevende etage, aan de spoorzijde van het gebouw

4.6.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. De belangrijkste wijziging is het aanzienlijk dichterbij komen van de in gebruik zijnde sporen en het verwijderen van een aantal wat verder weg gelegen wissels;
2. Gewijzigde rijnsnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-18. In Figuur 4-17 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Voor de doorgaande sporen is de sporenlay-out vrijwel ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-18 Meetlocatie Jaarbeursplein 22 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.6.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-12. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-12 Resultaten referentiesituatie

	17, stijf punt			18, midden vloerveld		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
$V_{per, avond}$	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
V_{max}	0.03	0.02	0.13	0.03	0.02	0.13
X (%)	50.23	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39
#topX%	110	14	14	14	14	14
μ	-3.85	-4.03	-2.17	-3.52	-4.01	-2.22
σ	0.17	0.08	0.11	0.09	0.08	0.11
β	2.28	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
R	6	5	7	6	5	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Op deze locatie zijn 1392 reizigers- en 800 goederentreinen gemeten.

4.6.3. Plansituatie

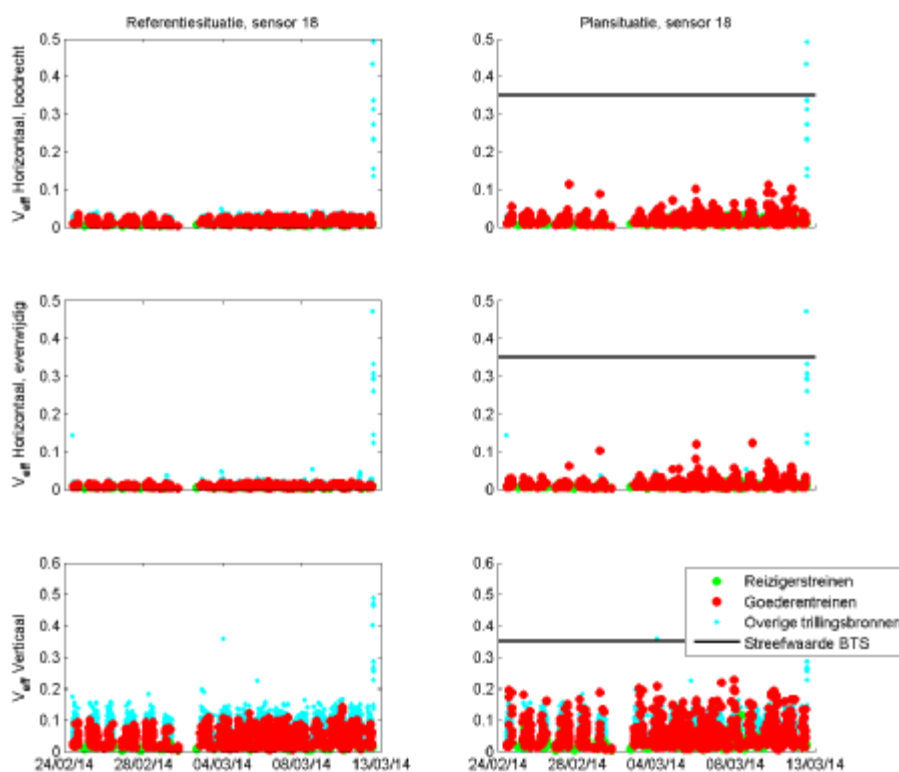
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-13. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-13 Resultaten berekening plansituatie

	17, stijf punt			18, midden vloerveld		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01
$V_{per, avond}$	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01
V_{max}	0.06	0.06	0.22	0.12	0.12	0.23
X (%)	6.51	6.51	12.70	6.51	6.51	50.16
#topX%	20	20	39	20	20	154
μ	-3.06	-3.23	-1.78	-2.67	-2.84	-2.05
σ	0.13	0.23	0.15	0.25	0.34	0.24
β	1.56	1.56	1.87	1.56	1.56	2.40
R	8	14	7	15	20	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.71. De trillingssterkte neemt voelbaar toe, maar is lager dan de grenswaarde. Er zijn daarom geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 18, is weergegeven in Figuur 4-19. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-19 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.6.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de

referentiesituatie, maar is lager dan de grenswaarde. De toename in trillingssterkte wordt met name veroorzaakt door de hogere snelheid van goederentreinen en het dichterbij komen rijden van een deel van de goederentreinen.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie achterwege blijven.

4.7 Hendrik Tollenstraat 1 en 5

In de flat aan de Hendrik Tollenstraat is een gecombineerde meting uitgevoerd bij nummer 1 (eerste verdieping) en nummer 5 (derde verdieping). Beide appartementen hebben de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-20.



Figuur 4-20 Gevel Hendrik Tollenstraat 1 (onderste appartement) en 5 (bovenste appartement, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woningen is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn drie meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (17) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (5) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de derde verdieping;
3. Een driedimensionale trillingssensor (20) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping.

4.7.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. De sporen komen iets dichterbij deze woning te liggen, daarnaast worden enkele wissels verwijderd;
2. Wijziging van de taludgeometrie door het plaatsen van een grondkerende constructie;
3. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen waren de sporenlay-out en taludgeometrie al gewijzigd. De meest dichtbij gelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-21. In Figuur 4-20 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-21 Meetlocatie Hendrik Tollenstraat 1 en 5 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.7.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-17. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-14 Meetresultaten

	20, eerste verdieping			17, stijf punt			5, derde verdieping		
	V	H2	H1	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.12	0.13	0.22	0.11	0.11	0.15	0.46	0.30	0.16
X (%)	50.07	3.21	50.07	50.07	50.07	50.07	50.07	50.07	50.07
#topX%	359	23	359	359	359	359	359	359	359
μ	-2.98	-2.24	-2.39	-3.01	-3.00	-2.81	-1.65	-1.99	-2.77
σ	0.33	0.13	0.34	0.32	0.31	0.36	0.35	0.32	0.36
β	2.53	1.37	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
R	7	7	7	6	6	7	7	6	7

Op deze locatie zijn 4040 reizigers- en 942 goederentreinen gemeten.

4.7.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-15 Resultaten berekening referentiesituatie

	20, eerste verdieping			17, stijf punt			5, derde verdieping		
	V	H2	H1	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.02	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01
V_{max}	0.08	0.12	0.15	0.08	0.08	0.10	0.32	0.23	0.10
X (%)	50.12	6.48	50.12	6.48	50.12	50.12	50.12	6.48	50.12
#topX%	201	26	201	26	201	201	201	26	201
μ	-3.09	-2.39	-2.37	-2.68	-3.03	-2.85	-1.64	-1.63	-2.82
σ	0.23	0.17	0.21	0.11	0.23	0.24	0.22	0.11	0.24
β	2.32	1.43	2.32	1.43	2.32	2.32	2.32	1.43	2.32
R	6	8	5	6	6	6	6	5	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.7.4. Plansituatie

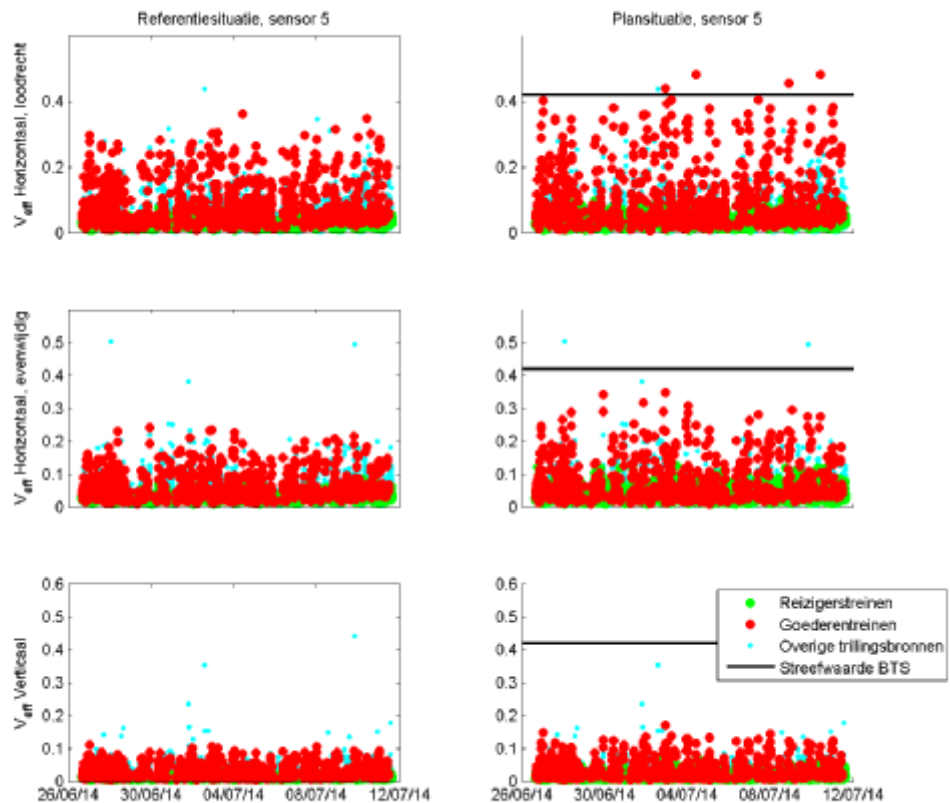
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-16. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-16 Resultaten berekening plansituatie

	20, eerste verdieping			17, stijf punt			5, derde verdieping		
	V	H2	H1	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.03	0.02	0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01	0.01
V_{max}	0.11	0.14	0.25	0.11	0.11	0.15	0.55	0.32	0.15
X (%)	50.00	3.21	50.00	50.00	3.21	50.00	50.00	50.00	50.00
#topX%	420	27	420	420	27	420	420	420	420
μ	-3.11	-2.21	-2.59	-3.15	-2.33	-2.93	-1.86	-2.17	-2.91
σ	0.35	0.17	0.46	0.37	0.10	0.39	0.49	0.39	0.40
β	2.58	1.45	2.58	2.58	1.45	2.58	2.58	2.58	2.58
R	7	8	9	7	5	8	9	8	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.69. De trillingssterkte neemt voelbaar toe in het appartement op de bovenste verdieping. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 5, is weergegeven in Figuur 4-22. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-22 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.7.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is groter dan 30 procent). Dit komt met name door de hogere rijnsnelheid van goederentreinen. De gewijzigde taludgeometrie en het verwijderen van de wissels compenseren de snelheidstoename niet voldoende. De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijdingen van het beoordelingskader dienen voor deze locatie maatregelen te worden ontworpen en afgewogen op doelmatigheid.

4.8 Raadwijk 2bisA

De meetlocatie Raadwijk 2 bis A heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-23.



Figuur 4-23 Gevel Raadwijk 2 bis A (appartement op de tweede en derde verdieping, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn drie meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (2_1) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de derde verdieping;
2. Een eendimensionale trillingssensor (2_2) op een stijf punt, op de derde verdieping;
3. Een eendimensionale trillingssensor (2_2) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de derde verdieping. Deze sensor is halverwege de meting verplaatst vanaf het stijve punt.

4.8.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. De doorgaande sporen komen aanzienlijk dichterbij deze woning te liggen. Ook worden enkele wissels voor deze woning verwijderd;
2. Wijziging van de taludgeometrie door het plaatsen van een grondkerende constructie;
3. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de meest dichtbij gelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-24. In Figuur 4-23 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.

Tabel 4-18 Resultaten berekening referentiesituatie

	2_1, midden vloer			2_2, stijf punt	2_2, midden vloer
	V	H2	H1	V	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
V_{max}	0.28	0.31	0.15	0.24	0.21
X (%)	50.29	50.29	50.29	50.29	6.29
#topX%	88	88	88	88	11
μ	-2.08	-2.07	-2.42	-2.72	-1.76
σ	0.31	0.34	0.22	0.49	0.13
β	2.28	2.28	2.28	2.28	1.38
R	12	13	8	18	10
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.8.4. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

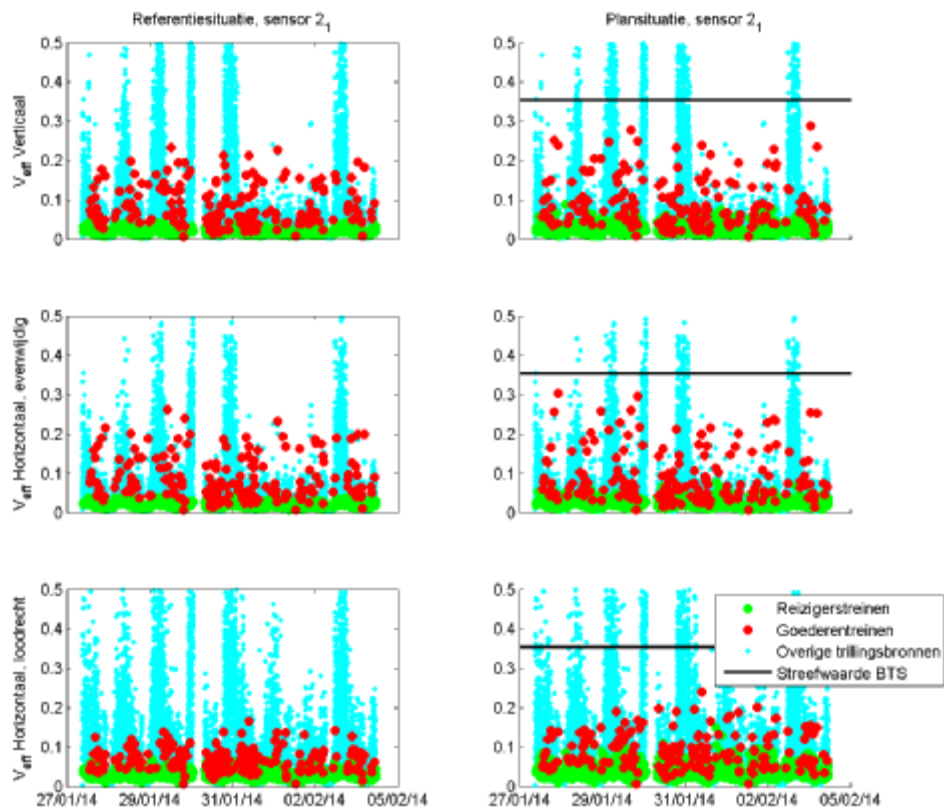
De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-19.

Tabel 4-19 Resultaten berekening plansituatie

	2_1, midden vloer			2_2, stijf punt	2_2, midden vloer
	V	H2	H1	V	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
V_{max}	0.34	0.38	0.21	0.25	0.27
X (%)	50.00	50.00	50.00	50.00	12.71
#topX%	177	177	177	177	45
μ	-2.44	-2.51	-2.32	-3.13	-2.00
σ	0.49	0.55	0.30	0.62	0.28
β	2.53	2.53	2.53	2.53	2.03
R	14	16	9	18	13
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.44. Hoewel de trillingssterkte niet meer dan 30 procent toeneemt, kan een overschrijding op deze locatie niet worden uitgesloten door de hoge R -waarde, veroorzaakt door enkele afwijkende goederentreinen.

Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 2_1, is weergegeven in Figuur 4-25. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



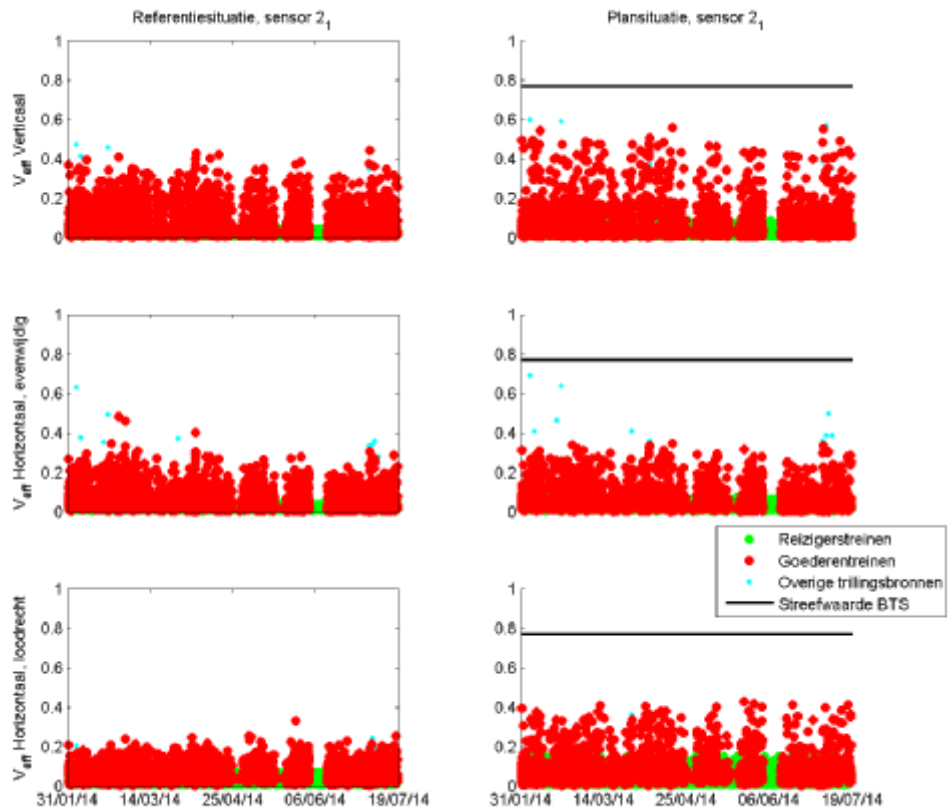
Figuur 4-25 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.8.5. Vervolgonderzoek

Op deze locatie kan, conform de naverwerkingsmethode uit het memo van Level Acoustics, een overschrijding niet worden uitgesloten. Daarom is de dataset aangevuld met goederentreinen vanaf de referentielocatie Arthur van Schendelstraat 670, zie ook Bijlage V. Een overzicht van de meetwaarden voor sensor 2_1 is weergegeven in Figuur 4-26.

Duidelijk zichtbaar in de figuur is de variatie in trillingssterkte van de goederentreinen, vooral in de plansituatie. Ook is zichtbaar dat de trillingssterkte van de meeste goederentreinen toeneemt, de toename is echter kleiner dan 30 procent. Het project leidt op deze locatie daarom tot een niet-voelbare toename in trillingssterkte. Bij beschouwing van een voldoende grote dataset is de kans op een overschrijding klein voor deze locatie. De Q -waarde van de aangevulde dataset bedraagt 1.10.

De maximale trillingssterkte uit de aangevulde dataset is wel hoger dan die van de meting. Deels komt dit door de langere meetduur, deels kan dit komen door de grotere spreiding die inherent is aan de gevolgde methodiek. Doordat deze spreiding voorkomt in zowel de referentie- als de plansituatie, is de invloed hiervan op de toename in trillingssterkte, waarop in de BTS getoetst wordt, echter beperkt.



Figuur 4-26 Aangevulde dataset met meetwaarden voor sensor 2-1

4.8.6. Conclusies

Uit de meting volgt dat de trillingssterkte V_{max} de plansituatie niet voelbaar toeneemt ten opzichte van de referentiesituatie. Gezien de hoge R -waarde op deze locatie kan een overschrijding echter niet worden uitgesloten. Deze hoge R -waarde wordt met name veroorzaakt door enkele goederentreinen met afwijkende trillingssterktes. Om de onzekerheid op deze locatie te reduceren, is de dataset aangevuld met meetdata van goederentreinen op een andere locatie. Hieruit volgt dat een overschrijding van het beoordelingskader onwaarschijnlijk is op deze locatie. De toename in rijsnelheid van de goederentreinen wordt gecompenseerd door de aanpassingen aan de geometrie van de spoordijk en het verwijderen van een aantal wissels in de nabijheid van deze locatie.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.9 Tolsteegplantsoen 10-3

De meetlocatie Tolsteegplantsoen 10-3 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-27.



Figuur 4-27 Gevel Tolsteegplantsoen 10-3 (appartement linksboven, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (9) op een stijf punt in een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de derde verdieping.
2. Een driedimensionale trillingssensor (10) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, eveneens op de derde verdieping.

4.9.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. Er wordt een aantal nieuwe sporen dichterbij deze woning gerealiseerd, bovendien worden enkele wissels verwijderd;
2. Aanpassing van de taludgeometrie middels een grondkerende constructie;
3. Gewijzigde rijnsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de taludgeometrie was reeds volledig conform de plansituatie. De meest dichtbij gelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijnsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-28. In Figuur 4-27 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-28 Meetlocatie Tolsteegplantsoen 10-3 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.9.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-20. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-20 Meetresultaten

	9, stijf punt			10, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.38	0.45	0.26	0.15	0.48	0.26
X (%)	13.43	13.43	13.43	50.75	13.43	50.75
#topX%	9	9	9	34	9	34
μ	-1.71	-1.45	-1.95	-2.64	-1.39	-2.07
σ	0.38	0.32	0.30	0.31	0.33	0.29
β	1.32	1.32	1.32	1.95	1.32	1.95
R	29	25	23	17	26	15

Op deze locatie zijn 257 reizigers- en 97 goederentreinen gemeten.

4.9.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-21 Resultaten berekening referentiesituatie

	9, stijf punt			10, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.01	0.01	< 0.01	0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.03	0.04	0.02	0.01	0.04	0.02
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	0.01
V_{max}	0.33	0.37	0.25	0.15	0.40	0.23
X (%)	25.00	25.00	25.00	50.00	25.00	50.00
#topX%	15	15	15	30	15	30
μ	-2.01	-1.72	-2.23	-2.75	-1.66	-2.13
σ	0.42	0.33	0.39	0.36	0.34	0.27
β	1.59	1.59	1.59	1.90	1.59	1.90
R	29	23	27	20	23	15
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.9.4. Plansituatie

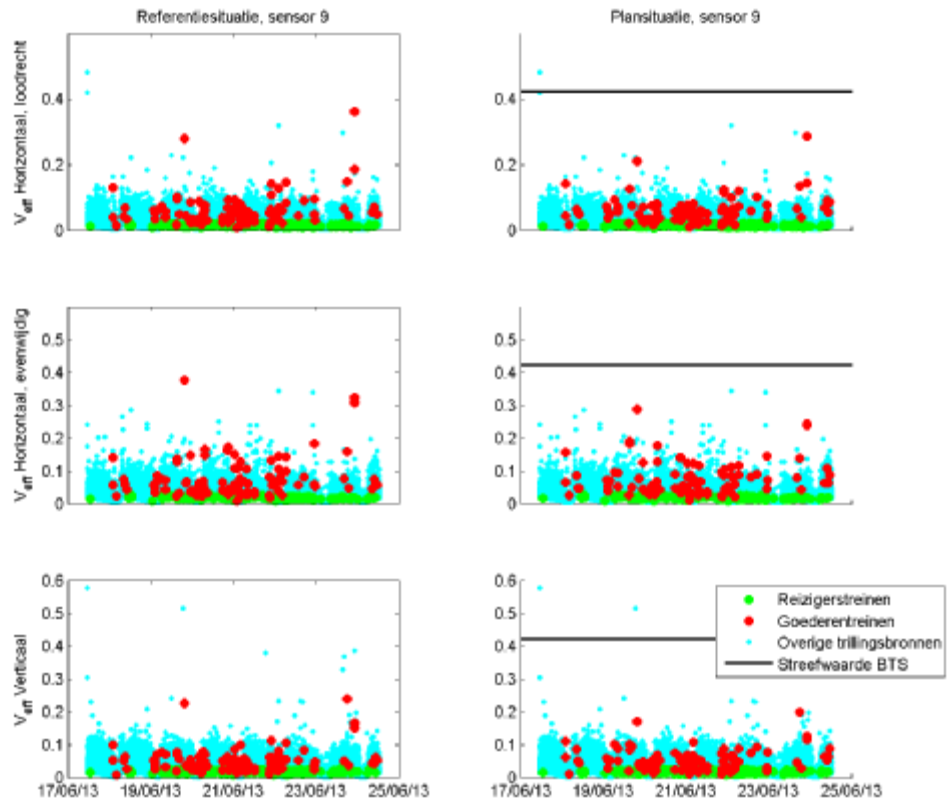
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-22. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-22 Resultaten berekening plansituatie

	9, stijf punt			10, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01
V_{max}	0.26	0.30	0.19	0.13	0.32	0.24
X (%)	26.32	26.32	26.32	50.88	26.32	50.88
#topX%	15	15	15	29	15	29
μ	-2.07	-1.81	-2.24	-2.71	-1.76	-2.11
σ	0.32	0.27	0.25	0.27	0.27	0.28
β	1.59	1.59	1.59	1.89	1.59	1.89
R	22	19	17	15	19	16
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.07. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 9, is weergegeven in Figuur 4-29. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-29 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.9.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie af ten opzichte van de referentiesituatie. Dit komt met name door de gewijzigde taludgeometrie, die het dichterbij komen van de sporen voldoende compenseert.

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.10 Tolsteegplantsoen 45-3

De meetlocatie Tolsteegplantsoen 45-3 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-30.



Figuur 4-30 Gevel Tolsteegplantsoen 45-3 (appartement linksboven, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (22) op een stijf punt in een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de derde verdieping.
2. Een driedimensionale trillingssensor (24) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, eveneens op de derde verdieping.

4.10.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. Er wordt een aantal nieuwe sporen dichterbij deze woning gerealiseerd, bovendien worden enkele wissels verwijderd;
2. Aanpassing van de taludgeometrie middels een grondkerende constructie;
3. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de taludgeometrie was al volledig conform de plansituatie. De meest dichtbij gelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-31. In Figuur 4-30 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-31 Meetlocatie Tolsteegplantsoen 45-3 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.10.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-23. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-23 Meetresultaten

	22, stijf punt			24, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
V_{max}	0.25	0.17	0.34	0.23	0.13	0.36
X (%)	50.24	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80
#topX%	106	27	27	27	27	27
μ	-2.03	-1.98	-1.29	-1.71	-2.35	-1.26
σ	0.31	0.15	0.15	0.16	0.18	0.17
β	2.11	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
R	10	7	7	8	9	8

Op deze locatie zijn 3289 reizigers- en 509 goederentreinen gemeten.

4.10.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-24 Resultaten berekening referentiesituatie

	22, stijf punt			24, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.17	0.12	0.23	0.16	0.08	0.25
X (%)	50.00	12.82	12.82	12.82	12.82	12.82
#topX%	78	20	20	20	20	20
μ	-2.29	-2.32	-1.65	-2.03	-2.69	-1.61
σ	0.25	0.12	0.14	0.15	0.16	0.16
β	1.99	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
R	9	7	7	8	8	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.10.4. Plansituatie

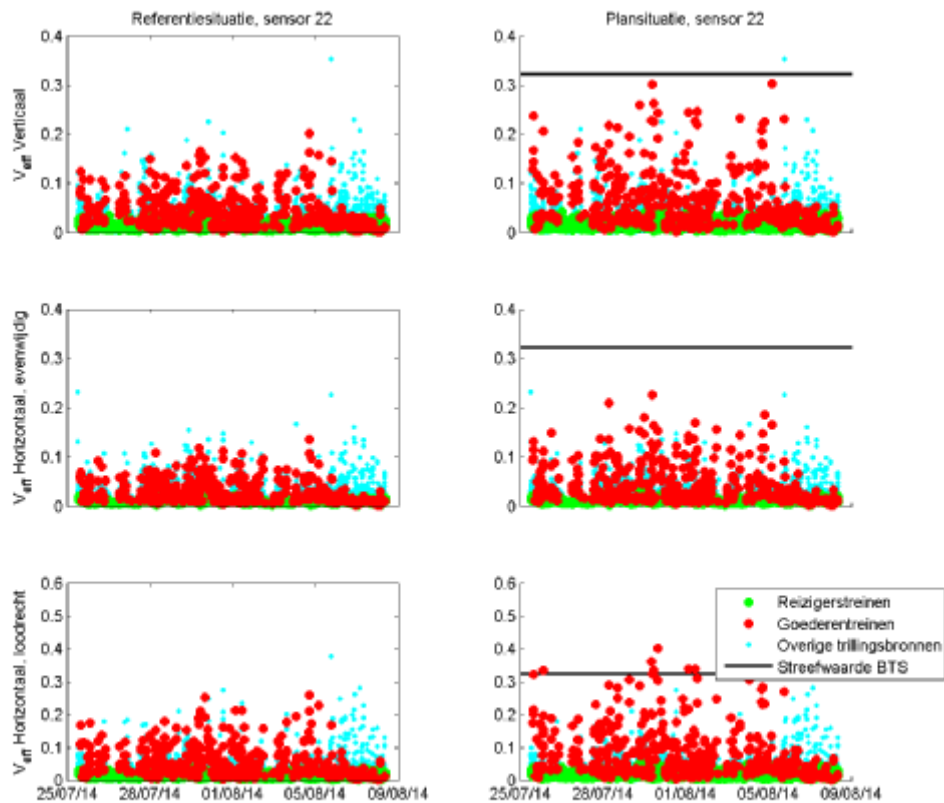
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-25. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-25 Resultaten berekening plansituatie

	22, stijf punt			24, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.01	0.02	0.01	<0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.02	0.01	<0.01	0.02
V_{max}	0.27	0.19	0.38	0.25	0.14	0.45
X (%)	12.56	50.23	12.56	12.56	12.56	50.23
#topX%	27	108	27	27	27	108
μ	-1.50	-2.32	-1.19	-1.62	-2.25	-1.65
σ	0.14	0.30	0.15	0.15	0.19	0.35
β	1.50	2.12	1.50	1.50	1.50	2.12
R	7	10	7	7	9	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.63. De trillingssterkte neemt voelbaar toe op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 22, is weergegeven in Figuur 4-32. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-32 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.10.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename van meer dan 30 procent). De toename komt vooral door het dichterbij komen te rijden van een deel van de treinen en de hogere rijnsnelheid van met name goederentreinen.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijding van de grenswaarden op deze locatie dienen maatregelen te worden onderzocht en afgewogen op doelmatigheid.

4.11 Saffierlaan 10-680

De meetlocatie Saffierlaan 10-680 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-33.



Figuur 4-33 Gevel Saffierlaan 10-680 (appartement op vierde verdieping, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (16) op een stijf punt in een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de vierde verdieping.
2. Een tweedimensionale trillingssensor (15) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, eveneens op de vierde verdieping.

4.11.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. Er wordt een aantal nieuwe sporen dichterbij deze woning gerealiseerd, bovendien worden enkele wissels verwijderd;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de taludgeometrie was reeds volledig conform de plansituatie. De meest dichtbij gelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-34. In Figuur 4-33 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-34 Meetlocatie Saffierlaan 10-680 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.11.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-26. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-26 Meetresultaten

	16, stijf punt			15, midden	
	V	H2	H1	V	H1
V_{max}	0.15	0.07	0.22	0.16	0.21
X (%)	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53
#topX%	49	49	49	49	49
μ	-2.26	-2.85	-1.83	-2.20	-1.87
σ	0.25	0.17	0.24	0.26	0.22
β	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
R	9	6	8	9	8

Op deze locatie zijn 6665 reizigers- en 1416 goederentreinen gemeten.

4.11.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-27 Resultaten berekening referentiesituatie

	16, stijf punt			15, midden	
	V	H2	H1	V	H1
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.11	0.05	0.18	0.12	0.15
X (%)	12.75	25.16	12.75	12.75	25.16
#topX%	39	77	39	39	77
μ	-2.42	-3.16	-2.02	-2.34	-2.19
σ	0.19	0.15	0.22	0.20	0.19
β	1.30	1.65	1.30	1.30	1.65
R	7	5	8	8	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.11.4. Plansituatie

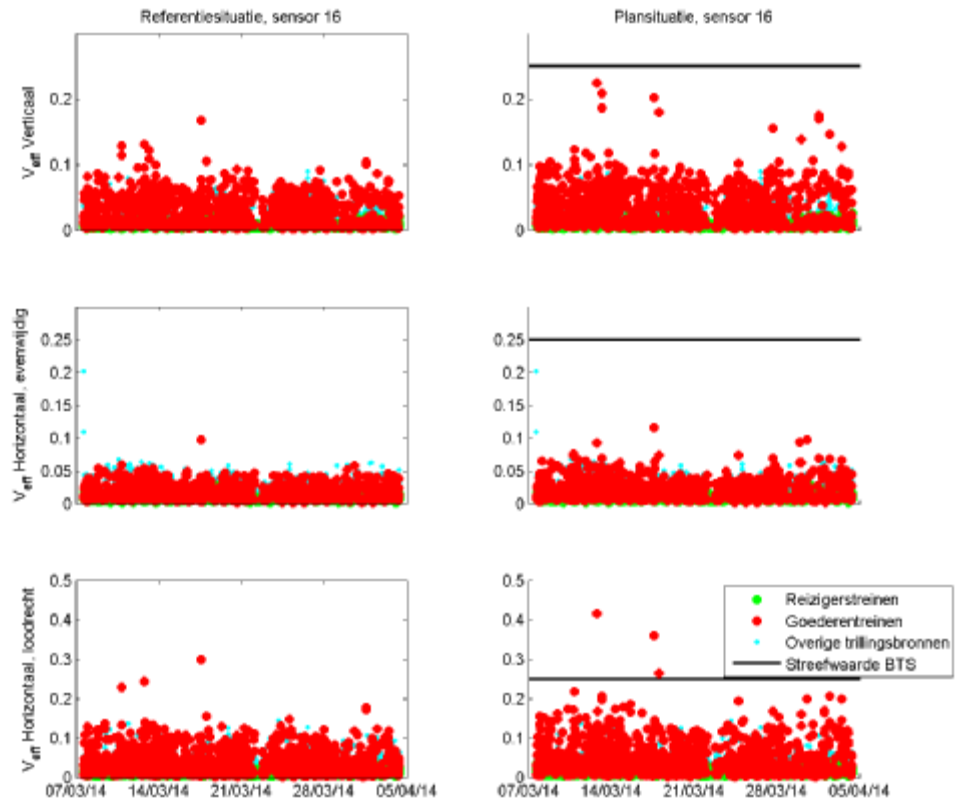
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-28. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-28 Resultaten berekening plansituatie

	16, stijf punt			15, midden	
	V	H2	H1	V	H1
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.16	0.08	0.25	0.17	0.23
X (%)	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69
#topX%	49	49	49	49	49
μ	-2.20	-2.78	-1.76	-2.14	-1.80
σ	0.26	0.18	0.25	0.27	0.24
β	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
R	9	6	9	10	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.39. De trillingssterkte neemt toe op deze locatie, maar blijft onder de streefwaarde A1. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 16, is weergegeven in Figuur 4-35. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-35 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.11.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie toe ten opzichte van de referentiesituatie, maar blijft onder de grenswaarde A1. De toename komt vooral door het dichterbij komen te rijden van een deel van de treinen en de hogere rijnsnelheid van met name goederentreinen.

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.12 Saffierlaan 10-770

De meetlocatie Saffierlaan 10-770 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-36.



Figuur 4-36 Gevel Saffierlaan 10-770 (appartement op vijfde verdieping, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (16) op een stijf punt in een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de vijfde verdieping.
2. Een driedimensionale trillingssensor (22) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, eveneens op de vijfde verdieping.

4.12.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. Er wordt een aantal nieuwe sporen dichterbij deze woning gerealiseerd, bovendien worden enkele wissels verwijderd;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de taludgeometrie was reeds volledig conform de plansituatie. De meest dichtbij gelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-37. In Figuur 4-36 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-37 Meetlocatie Saffierlaan 10-770 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.12.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-29. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-29 Meetresultaten

	16, stijf punt			22, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
V_{max}	0.24	0.12	0.23	0.18	0.06	0.19
X (%)	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	12.67
#topX%	19	19	19	19	19	37
μ	-1.67	-2.31	-1.72	-1.96	-2.94	-1.92
σ	0.17	0.14	0.19	0.18	0.12	0.17
β	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.66
R	9	8	10	10	6	8

Op deze locatie zijn 4012 reizigers- en 748 goederentreinen gemeten.

4.12.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-30 Resultaten berekening referentiesituatie

	16, stijf punt			22, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.19	0.09	0.18	0.14	0.05	0.16
X (%)	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53
#topX%	16	16	16	16	16	16
μ	-1.85	-2.51	-1.90	-2.12	-3.10	-2.00
σ	0.14	0.12	0.15	0.13	0.08	0.15
β	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
R	8	6	8	7	5	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.12.4. Plansituatie

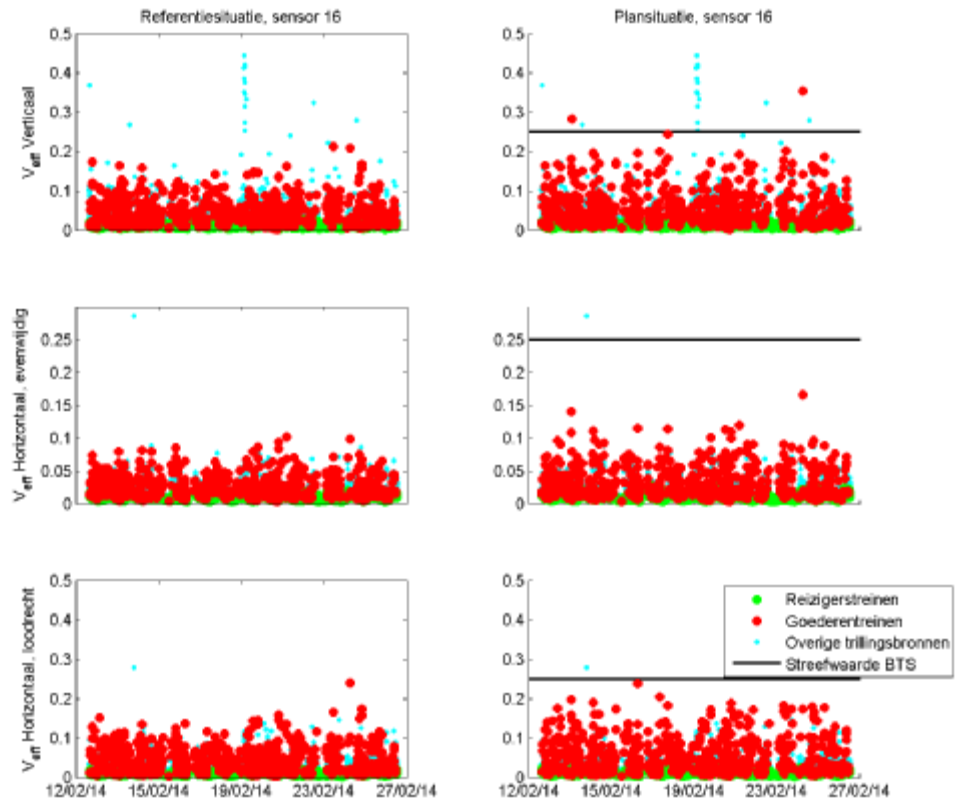
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-31. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-31 Resultaten berekening plansituatie

	16, stijf punt			22, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.28	0.13	0.28	0.21	0.07	0.25
X (%)	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27
#topX%	18	18	18	18	18	18
μ	-1.62	-2.24	-1.66	-1.90	-2.89	-1.75
σ	0.19	0.16	0.21	0.20	0.14	0.20
β	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28
R	11	9	11	11	8	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.37. De trillingssterkte neemt voelbaar toe op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 16, is weergegeven in Figuur 4-38. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-38 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.12.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename van meer dan 30 procent). De toename komt vooral door het dichterbij komen te rijden van een deel van de treinen en de hogere rijnsnelheid van met name goederentreinen.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijding van de grenswaarden op deze locatie dienen maatregelen te worden onderzocht en afgewogen op doelmatigheid.

4.13 Kariboestraat 49

De meetlocatie Kariboestraat 49 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-39.



Figuur 4-39 Gevel Kariboestraat 49 (appartement op tweede verdieping, aan achterzijde woonblok, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (21) op een stijf punt in een kamer op de tweede verdieping.
2. Een driedimensionale trillingssensor (23) in het midden van het vloerveld van een kamer op de tweede verdieping.

4.13.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging van de sporenlay-out. Er wordt een aantal nieuwe sporen dichterbij deze woning gerealiseerd, bovendien worden enkele wissels verwijderd;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de taludgeometrie was reeds volledig conform de plansituatie. De meest dichtbij gelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-40. In Figuur 4-39 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-40 Meetlocatie Kariboestraat 49 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.13.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-32. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-32 Meetresultaten

	21, stijf punt			23, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.28	0.12	0.17	0.29	0.13	0.17
X (%)	6.30	25.00	6.30	6.30	1.62	6.30
#topX%	97	385	97	97	25	97
μ	-2.10	-3.31	-2.42	-2.03	-2.30	-2.37
σ	0.35	0.48	0.31	0.35	0.22	0.31
β	2.00	2.52	2.00	2.00	1.36	2.00
R	11	9	10	11	10	10

Op deze locatie zijn 4165 reizigers- en 435 goederentreinen gemeten.

4.13.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-33 Resultaten berekening referentiesituatie

	21, stijf punt			23, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
V_{max}	0.24	0.13	0.19	0.26	0.12	0.19
X (%)	1.60	1.60	6.32	1.60	1.60	6.32
#topX%	18	18	71	18	18	71
μ	-1.60	-2.26	-2.29	-1.54	-2.29	-2.22
σ	0.16	0.18	0.30	0.16	0.17	0.29
β	1.16	1.16	1.87	1.16	1.16	1.87
R	8	9	11	8	9	10
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.13.4. Plansituatie

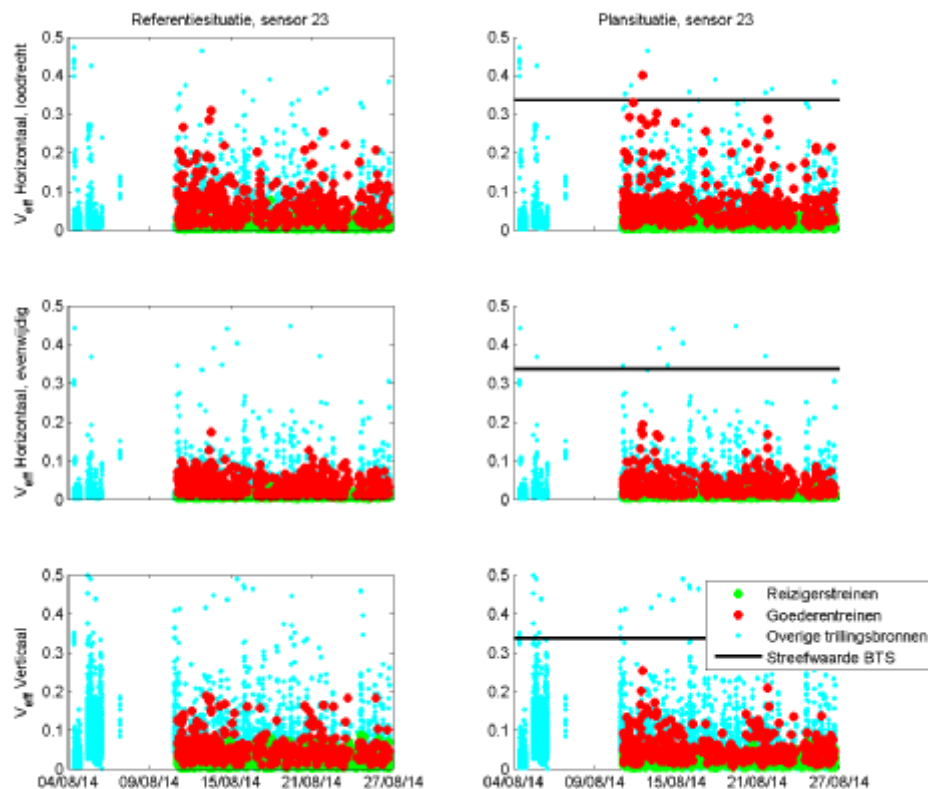
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-34. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-34 Resultaten berekening plansituatie

	21, stijf punt			23, midden vloer		
	H1	H2	H1	H2	H1	H2
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
V_{max}	0.34	0.18	0.18	0.34	0.14	0.18
X (%)	6.31	3.20	3.20	12.52	25.05	3.20
#topX%	67	34	34	133	266	34
μ	-1.86	-2.27	-2.06	-2.16	-3.09	-2.01
σ	0.35	0.28	0.22	0.45	0.46	0.21
β	1.84	1.52	1.52	2.13	2.39	1.52
R	13	12	10	13	10	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.35. De trillingssterkte neemt niet voelbaar toe op deze locatie, maar een voelbare toename kan niet worden uitgesloten door de hoge R -waarde, veroorzaakt door enkele afwijkende trillingssterktes. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 23, is weergegeven in Figuur 4-41. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



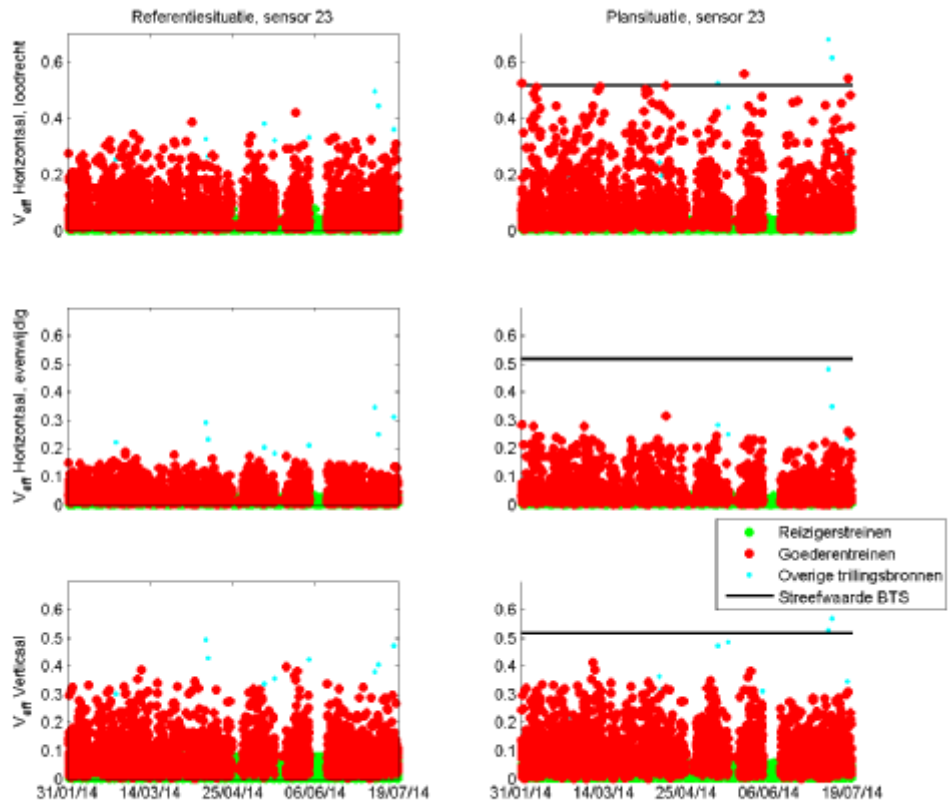
Figuur 4-41 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.13.5. Vervolgonderzoek

Op deze locatie kan, conform de naverwerkingsmethode uit het memo van Level Acoustics, een overschrijding niet worden uitgesloten. Daarom is de dataset aangevuld met goederentreinen vanaf de meetlocatie Arthur van Schendelstraat 670, zie ook Bijlage V. Een overzicht van de meetwaarden voor sensor 23 is weergegeven in Figuur 4-42.

Duidelijk zichtbaar in de figuur is de variatie in trillingssterkte van de goederentreinen, vooral in de plansituatie. Ook is zichtbaar dat de trillingssterkte van de meeste goederentreinen toeneemt, de toename is groter dan 30 procent, vooral in de beide horizontale richtingen. Het project leidt op deze locatie waarschijnlijk tot een voelbare toename in trillingssterkte. Dit komt met name doordat de goederentreinen met de hoogste trillingssterktes op deze locatie naar Arnhem reden. Deze goederentreinen ondervinden in de plansituatie een snelheidsverhoging en komen aanzienlijk dichterbij te rijden dan in de referentiesituatie. De Q -waarde van de aangevulde dataset bedraagt 1.45.

De maximale trillingssterkte uit de aangevulde dataset is iets hoger dan die van de meting. Deels komt dit door de langere meetduur, deels kan dit komen door de grotere spreiding die inherent is aan de gevolgde methodiek. Doordat deze spreiding voorkomt in zowel de referentie- als de plansituatie, is de invloed hiervan op de toename in trillingssterkte, waarop in de BTS getoetst wordt, echter beperkt.



Figuur 4-42 Aangevulde dataset met meetwaarden voor sensor 23

4.13.6. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). Op deze locatie kan een toename van meer dan 30 procent in trillingssterkte echter niet worden uitgesloten door de hoge R -waarde, veroorzaakt door enkele afwijkende trillingssterktes van goederentreinen. Om de onzekerheid op deze locatie te reduceren, is de dataset daarom aangevuld met meetdata van goederentreinen op een andere locatie. Hieruit volgt dat er een grote kans is op een overschrijding van het beoordelingskader op deze locatie. De toename komt vooral door de hogere rijnsnelheid van met name goederentreinen.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie wel lager dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijding van de grenswaarden op deze locatie dienen maatregelen te worden onderzocht en afgewogen op doelmatigheid.

4.14 Engelsmanplaat 18

De meetlocatie Engelsmanplaat 18 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-43.



Figuur 4-43 Gevel Engelsmanplaat 18 (middelste woning, rechts van de hoek, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (16) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (19) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de tweede verdieping.

4.14.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Een deel van de sporen komt verder weg te liggen, een deel komt dichterbij;
2. De spoorsloot is verwijderd, in de plansituatie wordt een nieuwe spoorsloot, dichterbij de woningen en minder diep, gerealiseerd. Daarnaast is op deze locatie een Ondergrondse Trillingsreducerende Constructie (OTC) gerealiseerd. De buitenste sporen komen hier in de plansituatie in dive-unders te liggen. Deze dive-unders zijn op het moment van de metingen nog niet in gebruik;
3. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. Er waren twee tijdelijke sporen in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De ligging van deze sporen komt ongeveer overeen met de ligging van de middelste sporen in de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-44. In Figuur 4-43 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-44 Meetlocatie Engelsmanstraat 18 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.14.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-35. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-35 Meetresultaten

	16, stijf punt			19, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.18	0.13	0.26	0.45	0.55	0.17
X (%)	50.00	50.00	1.68	1.68	50.00	50.00
#topX%	268	268	9	9	268	268
μ	-3.17	-3.57	-1.77	-1.33	-2.40	-3.11
σ	0.50	0.52	0.21	0.26	0.62	0.46
β	2.68	2.68	1.30	1.30	2.68	2.68
R	12	13	16	20	15	11

Op deze locatie zijn 2288 reizigers- en 213 goederentreinen gemeten.

4.14.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-36 Resultaten berekening referentiesituatie

	16, stijf punt			19, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.01	0.02	0.04	0.06	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.02
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.01
V_{max}	0.29	0.25	0.52	0.84	1.30	0.37
X (%)	12.54	3.18	0.84	0.84	0.84	0.84
#topX%	193	49	13	13	13	13
μ	-2.34	-2.17	-1.18	-0.79	-0.28	-1.41
σ	0.39	0.31	0.25	0.29	0.25	0.19
β	2.58	2.09	1.50	1.50	1.50	1.50
R	11	15	17	20	18	13
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.14.4. Plansituatie

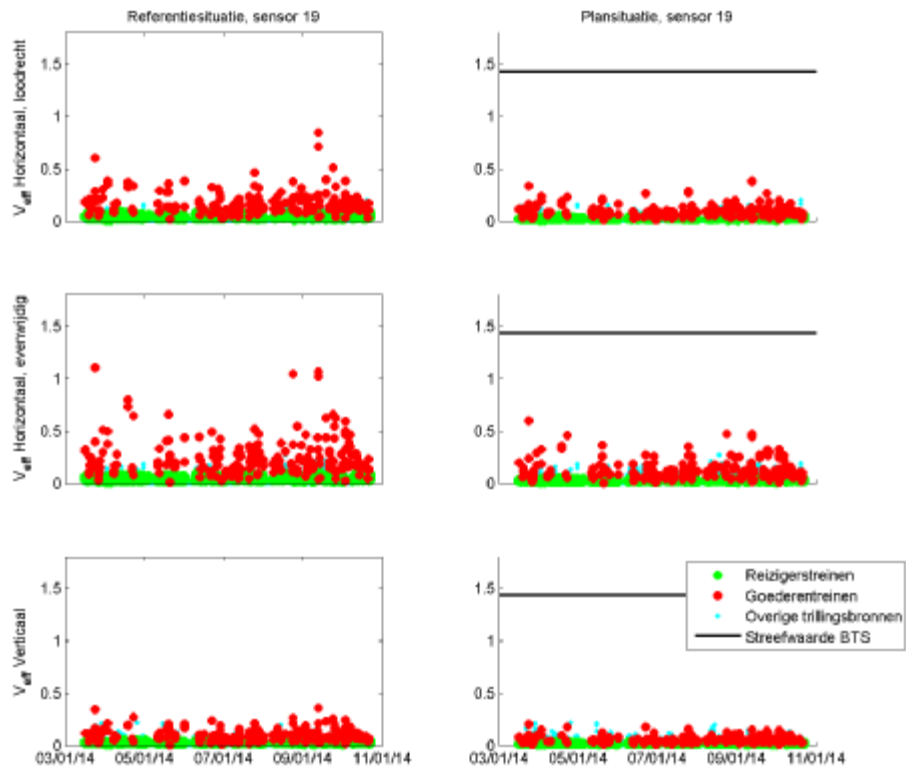
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-37. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-37 Resultaten berekening plansituatie

	16, stijf punt			19, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
V_{max}	0.18	0.13	0.24	0.43	0.57	0.21
X (%)	50.00	50.00	25.00	1.66	12.58	3.15
#topX%	302	302	151	10	76	19
μ	-3.23	-3.61	-2.61	-1.27	-1.60	-2.01
σ	0.51	0.54	0.42	0.21	0.40	0.19
β	2.72	2.72	2.49	1.36	2.25	1.69
R	12	13	13	16	16	12
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 0.56. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 19, is weergegeven in Figuur 4-45. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-45 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.14.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie af ten opzichte van de referentiesituatie. Dit komt met name door de realisatie van het trillingsscherm op deze locatie. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde. Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.15 Engelsmanplaat 36

De meetlocatie Engelsmanplaat 36 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-46.



Figuur 4-46 Gevel Engelsmanplaat 36 (middelste woning, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een tweedimensionale trillingssensor (1_2) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (1_1) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de eerste verdieping.

4.15.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Een deel van de sporen komt verder weg te liggen, een deel komt dichterbij;
2. De spoorvloot is verwijderd, in de plansituatie wordt een nieuwe spoorvloot, dichterbij de woningen en minder diep, gerealiseerd. Daarnaast is op deze locatie een Ondergrondse Trillingsreducerende Constructie (OTC) gerealiseerd. De buitenste sporen komen hier in de plansituatie in dive-unders te liggen. Deze dive-unders zijn op het moment van de metingen nog niet in gebruik;
3. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. Er waren twee tijdelijke sporen in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De ligging van deze sporen komt ongeveer overeen met de ligging van de middelste sporen in de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-47. In Figuur 4-46 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-47 Meetlocatie Engelsmanplaat 36 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.15.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-38. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-38 Meetresultaten

	1_1, midden vloer			1_2, stijf punt	
	H1	H2	V	H1	V
V_{max}	0.36	0.54	0.19	0.19	0.22
X (%)	1.63	1.63	25.03	25.03	25.03
#topX%	24	24	369	369	369
μ	-1.51	-1.10	-2.98	-3.19	-3.01
σ	0.21	0.21	0.48	0.50	0.50
β	1.81	1.81	2.80	2.80	2.80
R	12	12	10	11	11

Op deze locatie zijn 1364 reizigers- en 252 goederentreinen gemeten.

4.15.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-39 Resultaten berekening referentiesituatie

	1_1, midden vloer			1_2, stijf punt	
	H1	H2	V	H1	V
$V_{per, dag}$	0.04	0.06	0.02	0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.05	0.07	0.02	0.02	0.03
$V_{per, nacht}$	0.04	0.06	0.02	0.02	0.02
V_{max}	0.67	1.06	0.38	0.34	0.44
X (%)	25.05	3.14	25.05	25.05	0.82
#topX%	399	50	399	399	13
μ	-1.91	-0.58	-2.46	-2.64	-1.24
σ	0.50	0.25	0.50	0.51	0.19
β	2.82	2.11	2.82	2.82	1.52
R	11	12	11	11	14
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.15.4. Plansituatie

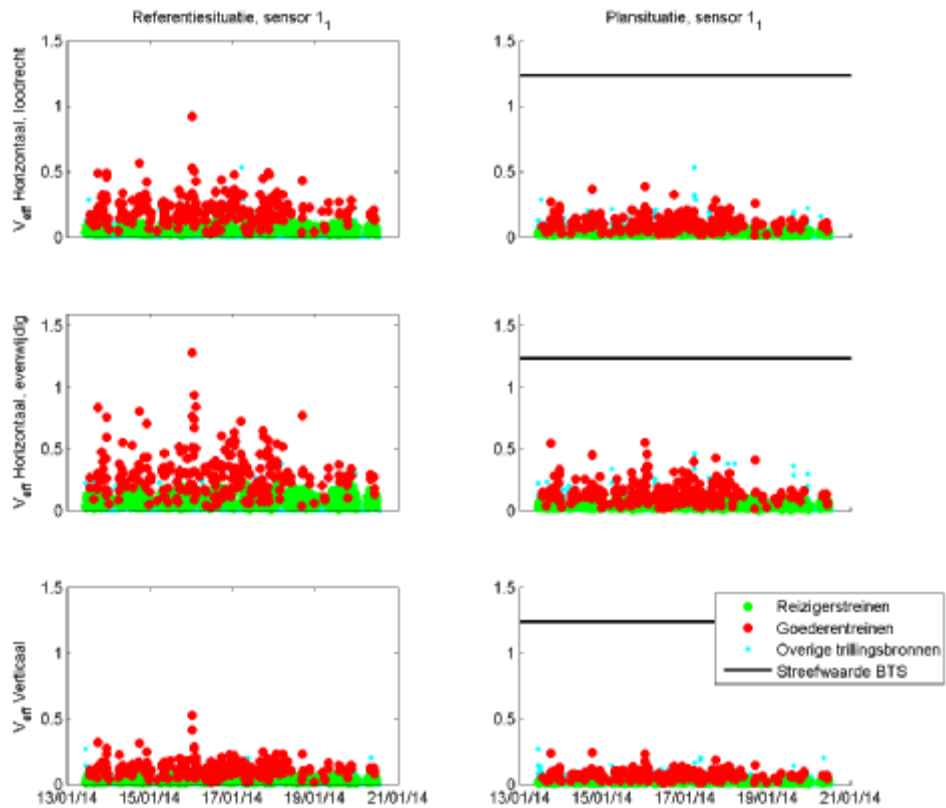
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-40. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-40 Resultaten berekening plansituatie

	1_1, midden vloer			1_2, stijf punt	
	H1	H2	V	H1	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01
$V_{per, nacht}$	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01
V_{max}	0.41	0.60	0.19	0.18	0.23
X (%)	0.84	0.84	25.02	25.02	25.02
#topX%	12	12	357	357	357
μ	-1.33	-0.90	-2.95	-3.18	-2.96
σ	0.21	0.18	0.46	0.49	0.49
β	1.48	1.48	2.79	2.79	2.79
R	15	13	10	11	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 0.66. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 1_1, is weergegeven in Figuur 4-48. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-48 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.15.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie af ten opzichte van de referentiesituatie. Dit komt met name door de realisatie van het trillingsscherm op deze locatie. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde. Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.16 Engelsmanplaat 48

De meetlocatie Engelsmanplaat 48 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-49.



Figuur 4-49 Gevel Engelsmanplaat 48 (middelste woning, met blauwgrijze dakpannen, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (16) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (19) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de tweede verdieping.

4.16.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Een deel van de sporen komt verder weg te liggen, een deel komt dichterbij. Verder worden er enkele wissels verwijderd op enige afstand van deze woning;
2. De spoorvloot is verwijderd, in de plansituatie wordt een nieuwe spoorvloot, dichterbij de woningen en minder diep, gerealiseerd. Daarnaast is op deze locatie een Ondergrondse Trillingsreducerende Constructie (OTC) gerealiseerd. De buitenste sporen komen hier in de plansituatie in dive-unders te liggen. Deze dive-unders zijn op het moment van de metingen nog niet in gebruik;
3. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. Er waren twee tijdelijke sporen in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De ligging van deze sporen komt ongeveer overeen met de ligging van de middelste sporen in de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-50. De sporenlay-out in de situatie van de metingen is opgenomen in de schets van de meetopstelling in Bijlage III. In Figuur 4-49 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.

Tabel 4-42 Resultaten berekening referentiesituatie

	16, stijf punt			19, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.03	0.02	0.03	0.05	0.06	0.03
$V_{per, avond}$	0.03	0.02	0.03	0.06	0.07	0.04
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.02	0.04	0.05	0.02
V_{max}	0.59	0.28	0.51	1.05	1.12	0.65
X (%)	0.40	6.29	12.54	0.40	0.40	0.40
#topX%	9	142	283	9	9	9
μ	-1.09	-2.24	-2.19	-0.27	-0.19	-0.74
σ	0.28	0.34	0.52	0.16	0.15	0.15
β	1.33	2.49	2.71	1.33	1.33	1.33
R	22	11	13	12	12	12
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.16.4. Plansituatie

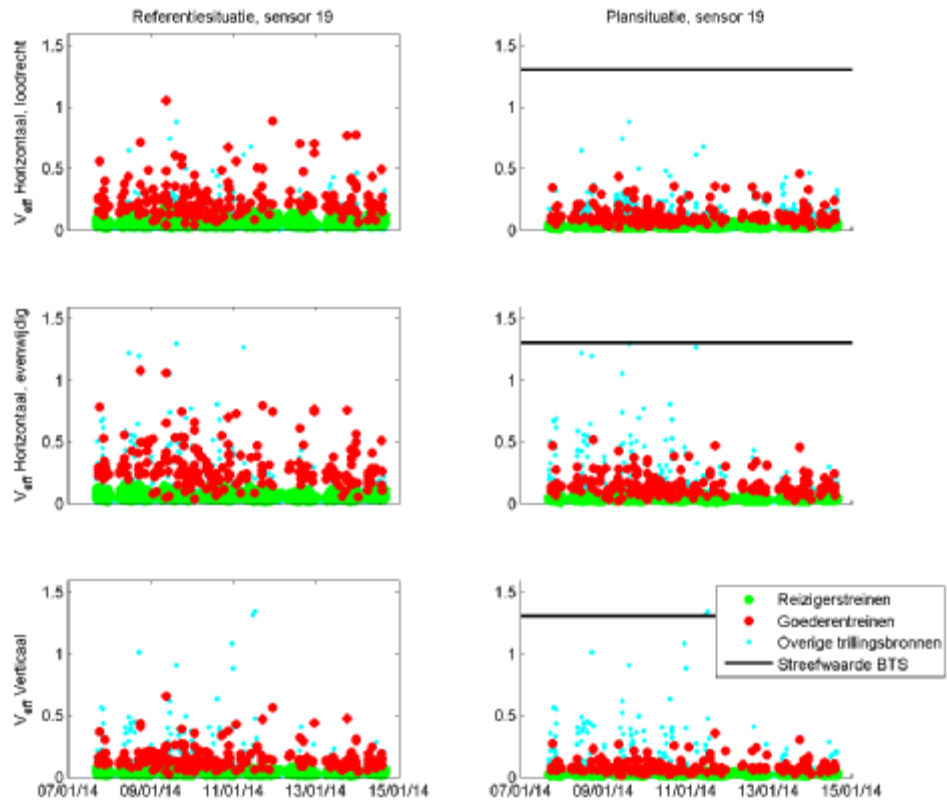
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-43. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-43 Resultaten berekening plansituatie

	16, stijf punt			19, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
V_{max}	0.29	0.19	0.26	0.43	0.52	0.36
X (%)	0.40	12.53	0.40	0.40	12.53	0.40
#topX%	8	251	8	8	251	8
μ	-1.72	-3.20	-1.49	-0.99	-2.08	-1.30
σ	0.23	0.52	0.12	0.12	0.49	0.14
β	1.26	2.68	1.26	1.26	2.68	1.26
R	19	13	9	10	12	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 0.54. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 19, is weergegeven in Figuur 4-51. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-51 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.16.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie af ten opzichte van de referentiesituatie. Dit komt met name door de realisatie van het trillingsscherm op deze locatie. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde. Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

De meetlocatie De Wadden 87 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-52.



Figuur 4-52 Gevel De Wadden 87 (meest linkse woning op de derde verdieping, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (3_2) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de derde verdieping.
2. Een driedimensionale trillingssensor (3_1) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de derde verdieping.

4.17.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. De sporen komen deels dichterbij te liggen, daarnaast wordt een aantal wissels verwijderd;
2. Verwijderen van de spoorsloot op deze locatie;
3. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de meest dichtbij gelegen sporen waren al in gebruik, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-53. In Figuur 4-52 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.

Tabel 4-45 Resultaten berekening referentiesituatie

	3_2, boven		3_1, boven		
	V	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01
$V_{per, avond}$	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.26	0.32	0.31	0.46	0.19
X (%)	50.43	25.64	25.64	50.43	12.82
#topX%	59	30	30	59	15
μ	-1.87	-1.72	-1.77	-1.99	-1.91
σ	0.24	0.24	0.25	0.47	0.14
β	2.17	1.90	1.90	2.17	1.59
R	10	13	14	21	10
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.17.4. Plansituatie

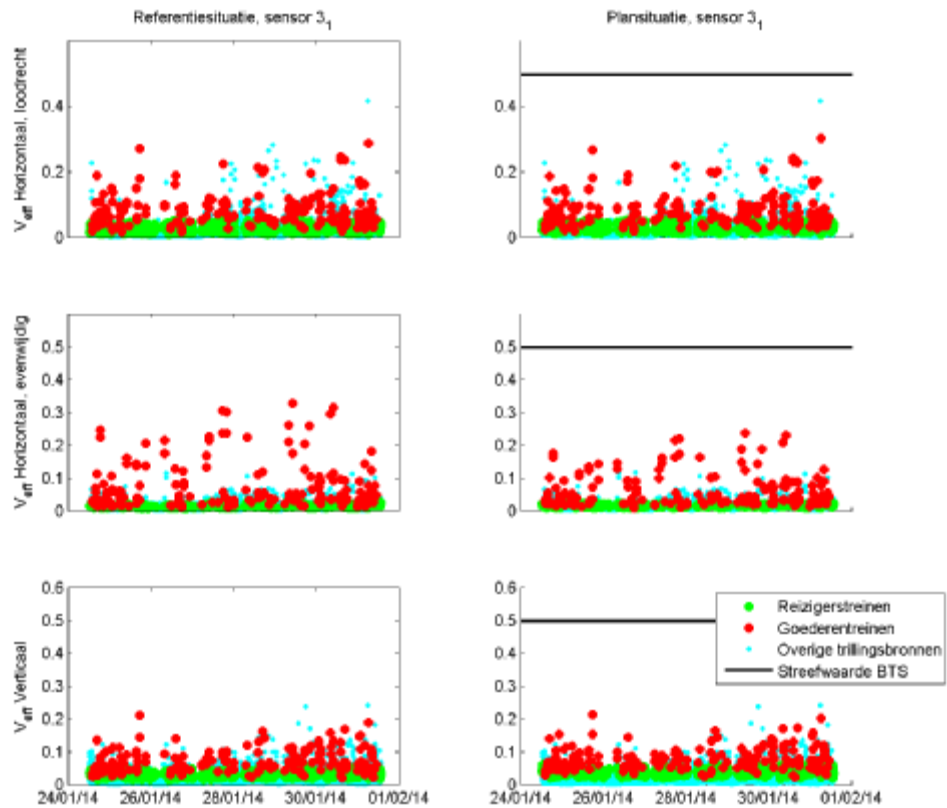
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-46. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-46 Resultaten berekening plansituatie

	3_2, boven		3_1, boven		
	V	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.30	0.32	0.32	0.34	0.20
X (%)	25.42	25.42	25.42	50.28	6.78
#topX%	45	45	45	89	12
μ	-1.81	-1.90	-1.94	-2.55	-1.82
σ	0.24	0.30	0.32	0.55	0.13
β	2.07	2.07	2.07	2.32	1.48
R	12	14	15	21	10
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 0.95. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 3_1, is weergegeven in Figuur 4-54. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-54 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.17.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie af ten opzichte van de referentiesituatie. Deze afname wordt met name veroorzaakt door het verwijderen van wissels. De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

De meetlocatie De Wadden 99 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-55.



Figuur 4-55 Gevel De Wadden 99 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (15) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (12) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de begane grond.

4.18.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. De sporen komen deels dichterbij te liggen. Verder wordt een aantal wissels verwijderd;
2. Verwijderen van de spoorsloot op deze locatie;
3. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de meest dichtbij gelegen sporen waren al in gebruik, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-56. In Figuur 4-55 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-56 Meetlocatie De Wadden 99 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.18.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-47. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-47 Meetresultaten

	15, stijf punt			12, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.18	0.09	0.25	0.24	0.11	0.33
X (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	1.60	0.80
#topX%	13	13	13	13	26	13
μ	-2.01	-2.55	-1.51	-1.79	-2.36	-1.20
σ	0.18	0.10	0.12	0.19	0.12	0.08
β	1.19	1.19	1.19	1.19	1.57	1.19
R	11	6	7	12	6	5

Op deze locatie zijn 1893 reizigers- en 248 goederentreinen gemeten.

4.18.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-48 Resultaten berekening referentiesituatie

	15, stijf punt			12, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.03
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.03
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.02
V_{max}	0.17	0.09	0.27	0.23	0.12	0.32
X (%)	1.57	0.82	3.13	0.82	0.82	0.82
#topX%	25	13	50	13	13	13
μ	-2.05	-2.53	-1.69	-1.79	-2.22	-1.23
σ	0.17	0.10	0.20	0.19	0.11	0.07
β	1.55	1.19	1.88	1.19	1.19	1.19
R	9	6	8	12	7	4
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.18.4. Plansituatie

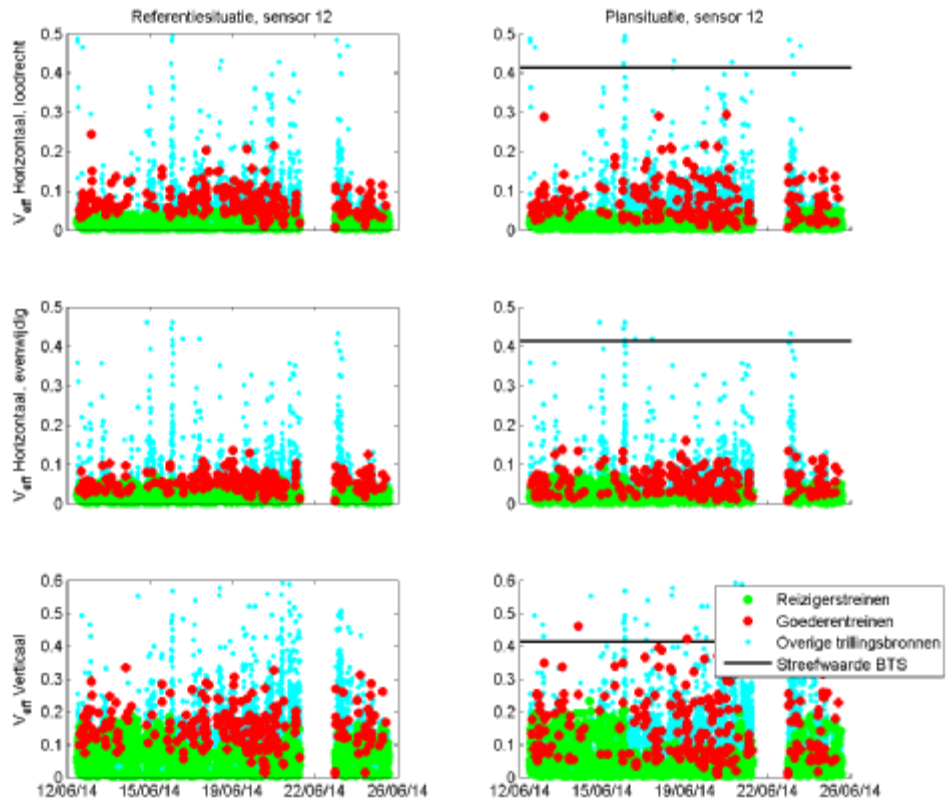
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-49. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-49 Resultaten berekening plansituatie

	15, stijf punt			12, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	0.02	0.01	0.01	0.04
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	0.01	0.04
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.03
V_{max}	0.21	0.09	0.32	0.30	0.13	0.41
X (%)	1.59	50.04	1.59	1.59	50.04	50.04
#topX%	21	661	21	21	661	661
μ	-2.04	-3.75	-1.51	-1.69	-3.23	-2.17
σ	0.25	0.48	0.19	0.24	0.43	0.45
β	1.47	2.81	1.47	1.47	2.81	2.81
R	13	8	11	13	7	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.28. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 12, is weergegeven in Figuur 4-57. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-57 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

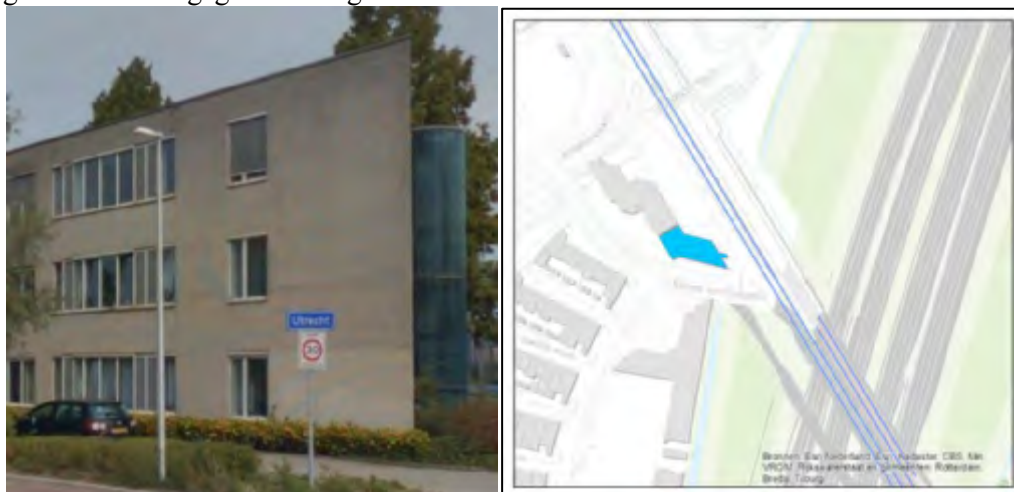
4.18.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe (minder dan 30 procent toename) ten opzichte van de referentiesituatie. De toename op deze locatie wordt met name veroorzaakt door het dichterbij komen rijden van een deel van de treinen en het verwijderen van de sloot. Het weghalen van de wissels compenseert deze toename voldoende zodat de trillingssterkte niet voelbaar toeneemt. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.19 Nieuwe Houtenseweg 2

De meetlocatie Nieuwe Houtenseweg 2 heeft de functie *Kantoor*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-58.



Figuur 4-58 Gevel Nieuwe Houtenseweg 2 (middelste woning, met blauwgrijze dakpannen, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er is een meetpunt geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (3_1) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (11) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van het gebouw, op de tweede verdieping;
3. Een driedimensionale trillingssensor (20) op een stijf punt van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van het gebouw, op de tweede verdieping.

Bij een latere, langere meting heeft er alleen een sensor gestaan op de positie van sensor 20. Omdat sensor 11 en 20 vrijwel identieke trillingssignalen hebben, wordt in het vervolg voor deze locatie daarom de resultaten van sensor 20 van de langere meting gepresenteerd, omdat deze meting door de langere meetduur een betrouwbaarder vaststelling van de trillingssterkte mogelijk maakt.

4.19.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. De sporen komen deels dichterbij te liggen
2. Gewijzigde rijnsnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de meest dichtbij gelegen sporen waren al in gebruik, de reizigerstreinen reden met de rijnsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-59. In Figuur 4-58 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-59 Meetlocatie Nieuwe Houtenseweg 2 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.19.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-50. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-50 Meetresultaten

	20, boven		
	H1	H2	V
V_{max}	0.55	0.50	0.32
X (%)	25.02	25.02	1.57
#topX%	1227	1227	77
μ	-1.79	-2.04	-1.35
σ	0.46	0.52	0.16
β	2.57	2.57	1.40
R	5	6	4

Op deze locatie zijn 12.479 reizigers- en 2.527 goederentreinen gemeten.

4.19.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-51 Resultaten berekening referentiesituatie

	20, boven		
	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.02	0.01
$V_{per, avond}$	0.02	0.02	0.01
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.01
V_{max}	0.48	0.44	0.27
X (%)	25.02	25.02	1.58
#topX%	1027	1027	65
μ	-1.84	-2.08	-1.51
σ	0.44	0.50	0.16
β	2.51	2.51	1.31
R	5	6	5
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15

4.19.4. Plansituatie

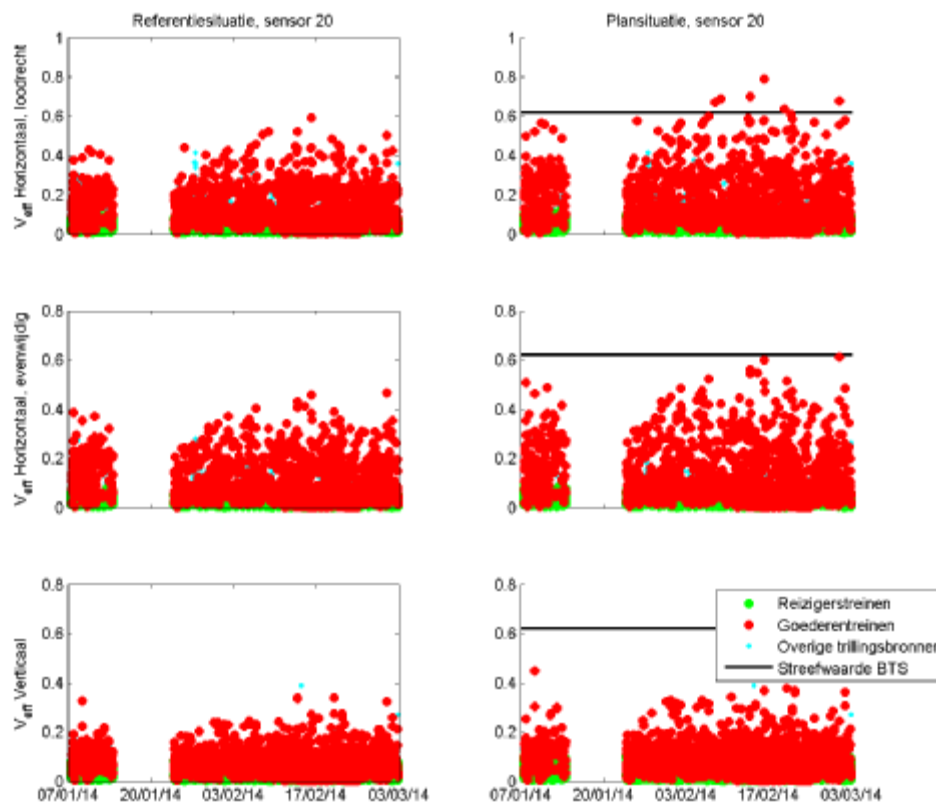
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-52. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-52 Resultaten berekening plansituatie

	20, boven		
	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.03	0.02	0.01
$V_{per, avond}$	0.03	0.02	0.02
$V_{per, nacht}$	0.02	0.02	0.01
V_{max}	0.64	0.58	0.37
X (%)	25.02	25.02	1.58
#topX%	1153	1.53	73
μ	-1.74	-1.99	-1.28
σ	0.51	0.57	0.20
β	2.55	2.55	1.38
R	6	6	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.34. De trillingssterkte neemt voelbaar toe. Een overzicht van de meetwaarden is weergegeven in Figuur 4-60.



Figuur 4-60 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts)

4.19.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe (meer dan 30 procent toename) ten opzichte van de referentiesituatie. De toename in trillingssterkte wordt voornamelijk veroorzaakt door het dichterbij komen rijden van een deel van de goederentreinen en door de hogere rijksnelheid van goederentreinen. De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Voor deze locatie dienen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

De meetlocatie Nieuwe Houtenseweg 27 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-61.



Figuur 4-61 Gevel Nieuwe Houtenseweg 27 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (3_2) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (3_1) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de eerste verdieping.

4.20.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Een deel van de sporen komt dichterbij te liggen, het aantal sporen wordt verdubbeld;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De twee meest dichtbij gelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-62. In Figuur 4-61 is ook de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-62 Meetlocatie Nieuwe Houtenseweg 27 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.20.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-53. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-53 Meetresultaten

	3_2, fundering		3_1, boven		
	V	H1	H1	H2	V
V_{max}	0.50	0.18	0.39	0.36	0.47
X (%)	1.60	1.60	0.40	1.60	12.51
#topX%	36	36	9	36	281
μ	-1.39	-2.34	-1.09	-1.78	-1.49
σ	0.28	0.25	0.11	0.30	0.27
β	1.97	1.97	1.31	1.97	2.71
R	15	13	8	16	7

Op deze locatie zijn 2083 reizigers- en 221 goederentreinen gemeten.

4.20.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-54 Resultaten berekening referentiesituatie

	3_2, fundering		3_1, boven		
	V	H1	V	H1	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	0.04
$V_{per, avond}$	0.02	<0.01	0.01	0.01	0.04
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	0.02
V_{max}	0.35	0.13	0.25	0.24	0.37
X (%)	0.41	0.41	0.41	0.81	1.58
#topX%	9	9	9	18	35
μ	-1.47	-2.37	-1.53	-1.99	-1.28
σ	0.20	0.14	0.11	0.24	0.15
β	1.31	1.31	1.31	1.67	1.96
R	16	11	8	16	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.20.4. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

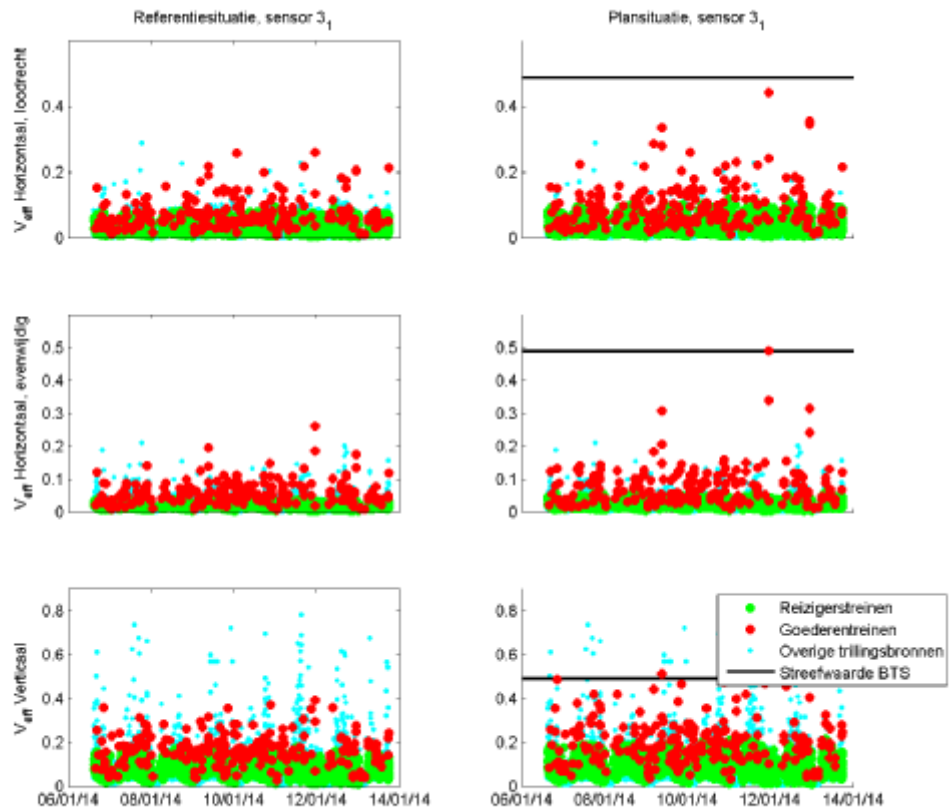
De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-55. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-55 Resultaten berekening plansituatie

	3_2, fundering		3_1, boven		
	V	H1	V	H1	V
$V_{per, dag}$	0.02	<0.01	0.02	0.01	0.06
$V_{per, avond}$	0.02	0.01	0.02	0.02	0.06
$V_{per, nacht}$	0.02	<0.01	0.02	0.01	0.03
V_{max}	0.59	0.20	0.41	0.45	0.55
X (%)	0.80	0.80	1.56	0.80	3.13
#topX%	18	18	35	18	70
μ	-1.31	-2.25	-1.61	-1.67	-1.16
σ	0.35	0.29	0.30	0.39	0.25
β	1.67	1.67	1.96	1.67	2.23
R	23	19	16	25	10
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.46, en is daarmee hoger dan de grenswaarde van 1.3. De trillingssterkte neemt voelbaar toe op deze locatie. De overschrijdingen op deze locatie zijn met name het gevolg van het dichterbij komen van de sporen en de hogere rijsnelheid van de goederentreinen.

Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 3_1, is weergegeven in Figuur 4-63. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-63 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.20.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe (meer dan 30 procent toename). Deze toename wordt met name veroorzaakt door het dichterbij komen van de sporen en de hogere rijnsnelheid van een deel van de goederentreinen. De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijdingen van de grenswaarden dienen voor deze locatie maatregelen te worden onderzocht en afgewogen op doelmatigheid.

De meetlocatie Nieuwe Houtenseweg 55 heeft de bestemming *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-64.



Figuur 4-64 Gevel Nieuwe Houtenseweg 55 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (4) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (9) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, eveneens op de begane grond.

4.21.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Een deel van de sporen komt dichterbij te liggen, het aantal sporen wordt verdubbeld;
2. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De twee meest dichtbij gelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-65. In Figuur 4-64 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-65 Meetlocatie Nieuwe Houtenseweg 55 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.21.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-56. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-56 Meetresultaten

	4, fundering			9, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
V_{max}	0.35	0.17	0.12	0.32	0.15	0.14
X (%)	0.80	0.80	6.27	0.80	6.27	0.80
#topX%	22	22	172	22	172	22
μ	-1.32	-1.99	-3.19	-1.40	-2.90	-2.26
σ	0.19	0.16	0.42	0.19	0.39	0.18
β	1.41	1.41	2.31	1.41	2.31	1.41
R	10	9	11	10	11	9

Op deze locatie zijn 3223 reizigers- en 288 goederentreinen gemeten.

4.21.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-57 Resultaten berekening referentiesituatie

	4, fundering			9, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.23	0.13	0.09	0.22	0.12	0.10
X (%)	6.26	0.79	6.26	6.26	6.26	0.79
#topX%	134	17	134	134	134	17
μ	-2.36	-2.25	-3.33	-2.44	-3.04	-2.47
σ	0.35	0.15	0.38	0.37	0.35	0.15
β	2.22	1.26	2.22	2.22	2.22	1.26
R	11	8	11	11	11	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.21.4. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

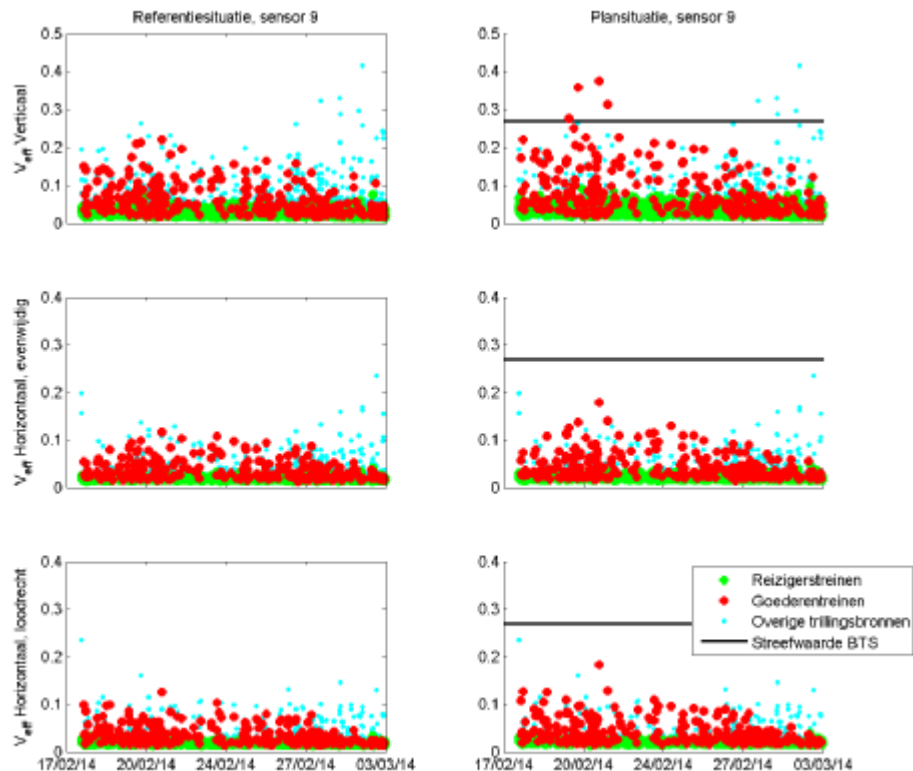
De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-58. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-58 Resultaten berekening plansituatie

	4, fundering			9, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.02	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.30	0.16	0.11	0.33	0.14	0.14
X (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	6.28
#topX%	21	21	21	21	21	162
μ	-1.46	-2.07	-2.41	-1.51	-2.20	-3.01
σ	0.19	0.17	0.16	0.22	0.17	0.42
β	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	2.29
R	10	9	8	12	9	12
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.46. De trillingssterkte neemt voelbaar toe op deze locatie. De overschrijdingen op deze locatie zijn met name het gevolg van het dichterbij komen van de sporen en de hogere rijsnelheid van de goederentreinen.

Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 9, is weergegeven in Figuur 4-66. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-66 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.21.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe (meer dan 30 procent toename). Deze toename wordt met name veroorzaakt door het dichterbij komen van de sporen en de hogere rijsnelheid van een deel van de goederentreinen. De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijdingen van de grenswaarden dienen voor deze locatie maatregelen te worden onderzocht en afgewogen op doelmatigheid.

4.22 Mereveldseweg 15

De meetlocatie Mereveldseweg 15 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-67.



Figuur 4-67 Gevel Mereveldseweg 15 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (1_2) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (1_1) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de tweede verdieping.

4.22.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Er komen enkele verder weg gelegen sporen bij;
2. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de meest ver weggelegen sporen waren in gebruik. De reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-68. In Figuur 4-67 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-68 Meetlocatie Mereveldseweg 15 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.22.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-59. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-59 Meetresultaten

	1_1, boven			1_2, fundering	
	H1	H2	V	H1	V
V_{max}	0.42	0.20	1.42	1.42	0.85
X (%)	12.51	6.25	12.51	12.51	0.43
#topX%	292	146	292	292	10
μ	-2.57	-2.66	-1.46	-1.44	-0.50
σ	0.57	0.38	0.61	0.61	0.16
β	2.73	2.50	2.73	2.73	1.39
R	14	12	15	15	12

Op deze locatie zijn 2065 reizigers- en 274 goederentreinen gemeten.

4.22.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-60 Resultaten berekening referentiesituatie

	1_1, boven			1_2, fundering	
	H1	H2	V	H1	V
$V_{per, dag}$	0.03	0.01	0.10	0.09	0.07
$V_{per, avond}$	0.03	0.01	0.11	0.10	0.08
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.08	0.06	0.05
V_{max}	0.60	0.25	2.01	1.84	1.27
X (%)	12.50	12.50	12.50	12.50	0.43
#topX%	292	292	292	292	10
μ	-2.22	-2.79	-1.06	-1.14	-0.08
σ	0.58	0.48	0.60	0.59	0.15
β	2.73	2.73	2.73	2.73	1.39
R	14	12	14	14	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.22.4. Plansituatie

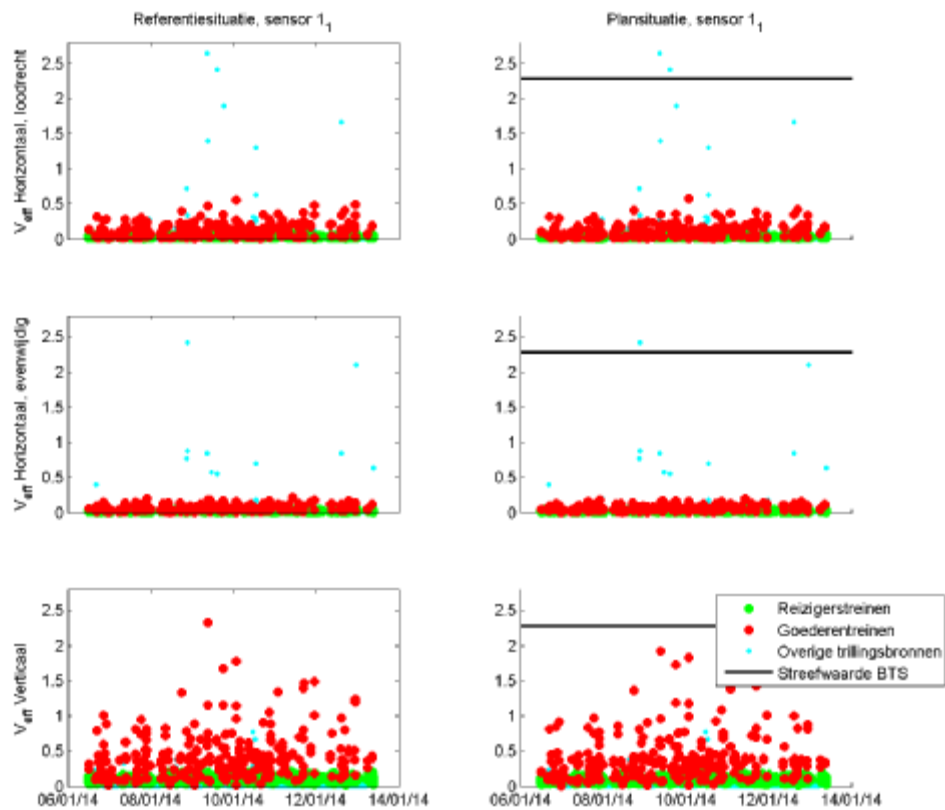
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-61. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-61 Resultaten berekening plansituatie

	1_1, boven			1_2, fundering	
	H1	H2	V	H1	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.01	0.09	0.08	0.07
$V_{per, avond}$	0.02	0.01	0.09	0.09	0.07
$V_{per, nacht}$	0.02	<0.01	0.07	0.06	0.05
V_{max}	0.54	0.23	2.17	1.66	1.05
X (%)	0.43	12.50	0.43	12.50	0.43
#topX%	10	292	10	292	10
μ	-0.95	-2.86	0.36	-1.20	-0.13
σ	0.16	0.48	0.19	0.58	0.13
β	1.39	2.73	1.39	2.73	1.39
R	12	11	15	14	10
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.30. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 1_1, is weergegeven in Figuur 4-69. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-69 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.22.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe (minder dan 30 procent toename) ten opzichte van de referentiesituatie. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.23 Houtensepad 200

De meetlocatie Houtensepad 200 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-70.



Figuur 4-70 Gevel Houtensepad 200 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (24) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de eerste verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (25) in het midden van het vloerveld van een andere kamer op de eerste verdieping.

4.23.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Een deel van de sporen komt aanzienlijk dichterbij te liggen. Ook worden enkele wat verder weg gelegen wissels verwijderd;
2. Aanpassing van de taludgeometrie door de realisatie van een sloot;
3. Gewijzigde rijnsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De treinen richting Houten reden op enkele tijdelijke sporen, waarvan de positie ongeveer overeen komt met de toekomstige middelste twee sporen. De treinen richting Bunnik rijden op de toekomstige twee dichtstbijzijnde sporen. De reizigerstreinen reden met de rijnsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-71. In Figuur 4-70 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.

Tabel 4-63 Resultaten berekening referentiesituatie

	24, midden vloer			25, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
$V_{per, nacht}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
V_{max}	0.27	0.27	0.32	0.29	0.25	0.29
X (%)	50.12	12.71	6.36	50.12	12.71	6.36
#topX%	205	52	26	205	52	26
μ	-1.93	-1.62	-1.33	-1.97	-1.75	-1.42
σ	0.27	0.18	0.13	0.30	0.21	0.13
β	2.36	1.81	1.48	2.36	1.81	1.48
R	7	7	6	8	8	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.23.4. Plansituatie

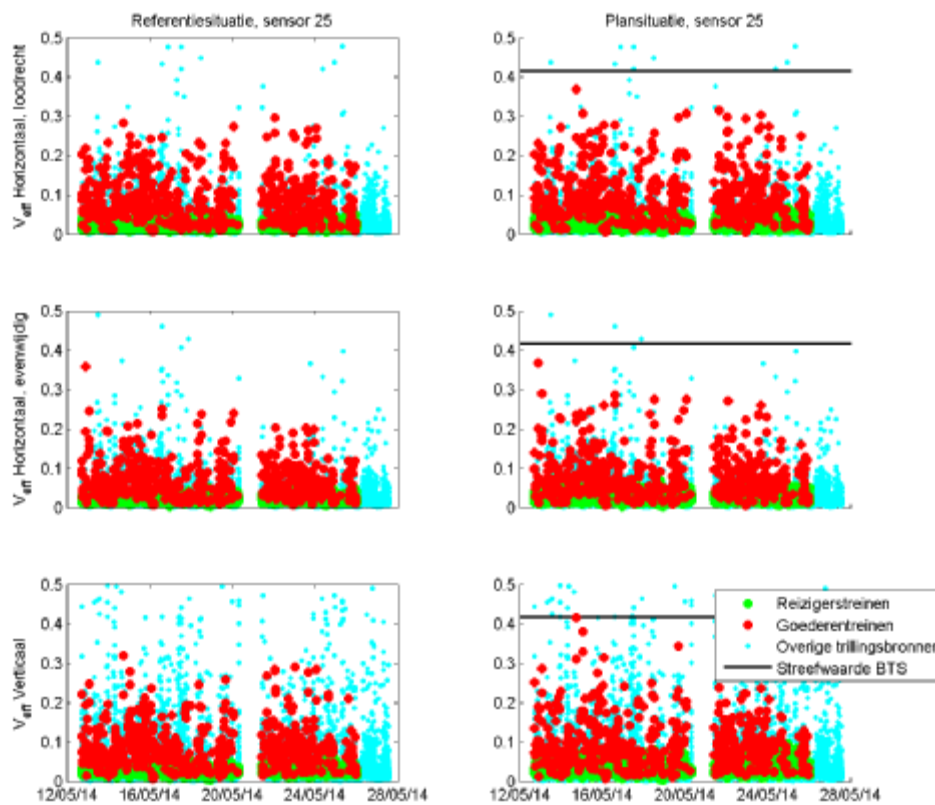
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-64. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-64 Resultaten berekening plansituatie

	24, midden vloer			25, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
$V_{per, nacht}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
V_{max}	0.33	0.31	0.35	0.33	0.30	0.37
X (%)	3.16	50.00	50.00	50.00	12.64	3.16
#topX%	17	269	269	269	68	17
μ	-1.25	-2.02	-1.82	-1.98	-1.66	-1.15
σ	0.10	0.34	0.31	0.36	0.23	0.12
β	1.24	2.46	2.46	2.46	1.93	1.24
R	6	8	7	8	9	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.15. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 25, is weergegeven in Figuur 4-72. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-72 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.23.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe (minder dan 30 procent toename) ten opzichte van de referentiesituatie. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.24 Koningsweg 187

De meetlocatie Koningsweg 187 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-73.



Figuur 4-73 Gevel Koningsweg 187 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (8) op een stijf punt op de begane grond.
2. Een driedimensionale trillingssensor (14) in het midden van het vloerveld van een kamer op de tweede verdieping.

4.24.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-74. In Figuur 4-73 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. In alle drie de situaties is de sporenlay-out identiek op deze locatie.



Figuur 4-74 Meetlocatie Koningsweg 187 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.24.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-65. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-65 Meetresultaten

	8, boven			14, boven		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.40	0.29	0.65	1.99	2.43	1.26
X (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	1.59
#topX%	25	25	25	25	25	49
μ	-1.15	-1.45	-0.87	0.05	0.32	0.00
σ	0.18	0.17	0.25	0.36	0.32	0.13
β	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.68
R	8	8	12	17	15	5

Op deze locatie zijn 2909 reizigers- en 172 goederentreinen gemeten.

4.24.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-66 Resultaten berekening referentiesituatie

	8 boven			14, boven		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.03	0.02	0.05	0.11	0.12	0.19
$V_{per, avond}$	0.04	0.02	0.06	0.14	0.17	0.16
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.03	0.07	0.09	0.10
V_{max}	0.40	0.29	0.65	1.99	2.43	1.29
X (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
#topX%	25	25	25	25	25	25
μ	-1.15	-1.45	-0.87	0.05	0.32	0.07
σ	0.18	0.17	0.25	0.36	0.32	0.14
β	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
R	8	8	12	17	15	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.24.4. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie, is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-79. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden. Overschrijdingen van de grenswaarden zijn oranje gearceerd.

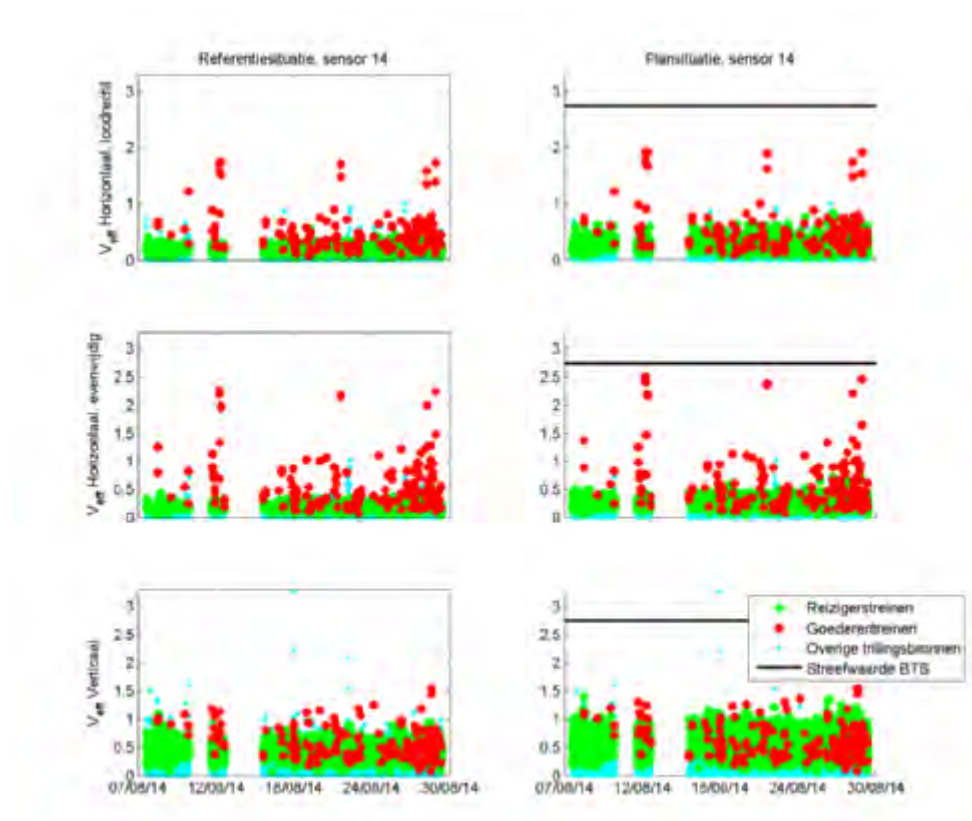
Tabel 4-67 Resultaten berekening plansituatie

	8, boven			14, boven		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.05	0.03	0.08	0.13	0.12	0.29
$V_{per, avond}$	0.05	0.03	0.09	0.14	0.14	0.29
$V_{per, nacht}$	0.03	0.02	0.05	0.07	0.07	0.16
V_{max}	0.43	0.20	0.47	2.20	2.73	1.28
X (%)	0.81	50.02	50.02	0.81	0.81	50.02
#topX%	25	1541	1541	25	25	1541
μ	-1.08	-2.29	-1.47	0.13	0.38	-0.28
σ	0.18	0.23	0.24	0.37	0.35	0.18
β	1.33	2.95	2.95	1.33	1.33	2.95
R	8	3	3	18	17	2
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.36. De trillingssterkte neemt niet voelbaar toe, de toename is kleiner dan 30 procent. Door de hoge R -waarde kan een toename van meer dan 30 procent echter niet worden uitgesloten op deze locatie. Deze hoge R -waarde wordt veroorzaakt door incidenteel passerend zwaar goederenvervoer.

De trillingsintensiteit V_{per} is zowel in de referentie- als de plansituatie hoger dan de grenswaarde A3. De toename in trillingsintensiteit wordt zowel veroorzaakt door de hogere rijsnelheid van de treinen als door de toename in aantal treinen.

Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 14, is weergegeven in Figuur 4-75. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-75 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.24.5. Conclusies

De trillingssterkte $V_{\max}$ neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). Een toename van meer dan 30 procent kan echter niet worden uitgesloten door de hoge R -waarde op deze locatie. Deze hoge R -waarde wordt veroorzaakt door enkele zware goederentreinpassages. Momenteel wordt op deze locatie een meting uitgevoerd met een looptijd van enkele maanden om de R -waarde te reduceren. De toename in trillingssterkte komt vooral door de hogere rijksnelheid van vooral goederentreinen. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie hoger dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijding van de grenswaarden op deze locatie dienen maatregelen te worden onderzocht en afgewogen op doelmatigheid.

4.25 Rijndijk 27

De meetlocatie Rijndijk 27 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-76.



Figuur 4-76 Gevel Rijndijk 27 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

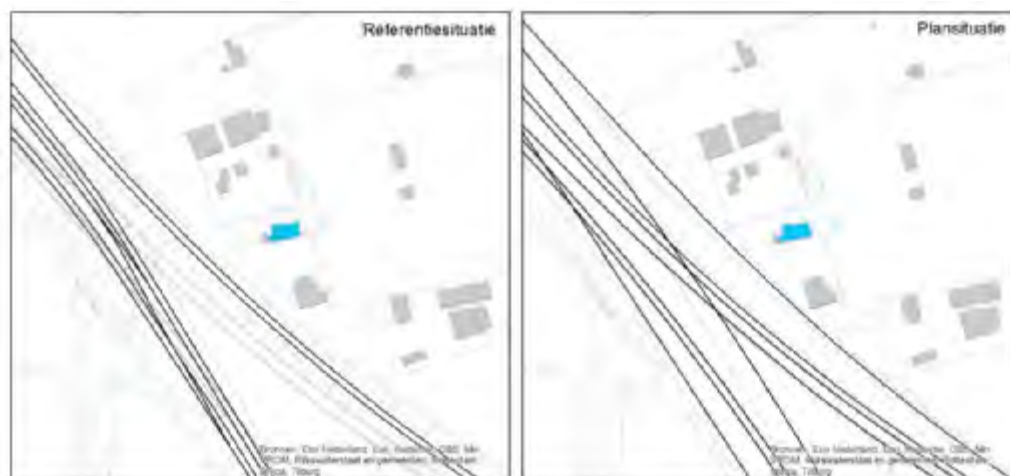
1. Een driedimensionale trillingssensor (15) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (12) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de begane grond.

4.25.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Een deel van de sporen komt aanzienlijk dichterbij te liggen;
2. Realisatie van dive-unders voor de goederen- en intercitysporen van en naar Houten;
3. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de meest dichtbijgelegen sporen waren nog niet gerealiseerd. De reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-77. In Figuur 4-76 is ook de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-77 Meetlocatie Rijndijk 27 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.25.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-68. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-68 Meetresultaten

	15, fundering			12, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.17	0.20	0.35	0.20	0.20	0.34
X (%)	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	6.32
#topX%	9	9	9	9	9	66
μ	-2.07	-1.99	-1.38	-1.95	-1.95	-2.01
σ	0.15	0.17	0.16	0.16	0.17	0.35
β	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	2.23
R	12	14	13	13	13	15

Op deze locatie zijn 839 reizigers- en 222 goederentreinen gemeten.

4.25.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-69 Resultaten berekening referentiesituatie

	15, fundering			12, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
V_{max}	0.23	0.26	0.42	0.24	0.25	0.40
X (%)	0.86	1.63	0.86	0.86	1.63	0.86
#topX%	9	17	9	9	17	9
μ	-1.84	-1.92	-1.20	-1.74	-1.94	-1.28
σ	0.18	0.24	0.16	0.14	0.24	0.18
β	1.35	1.68	1.35	1.35	1.68	1.35
R	14	16	13	11	16	14
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.25.4. Plansituatie

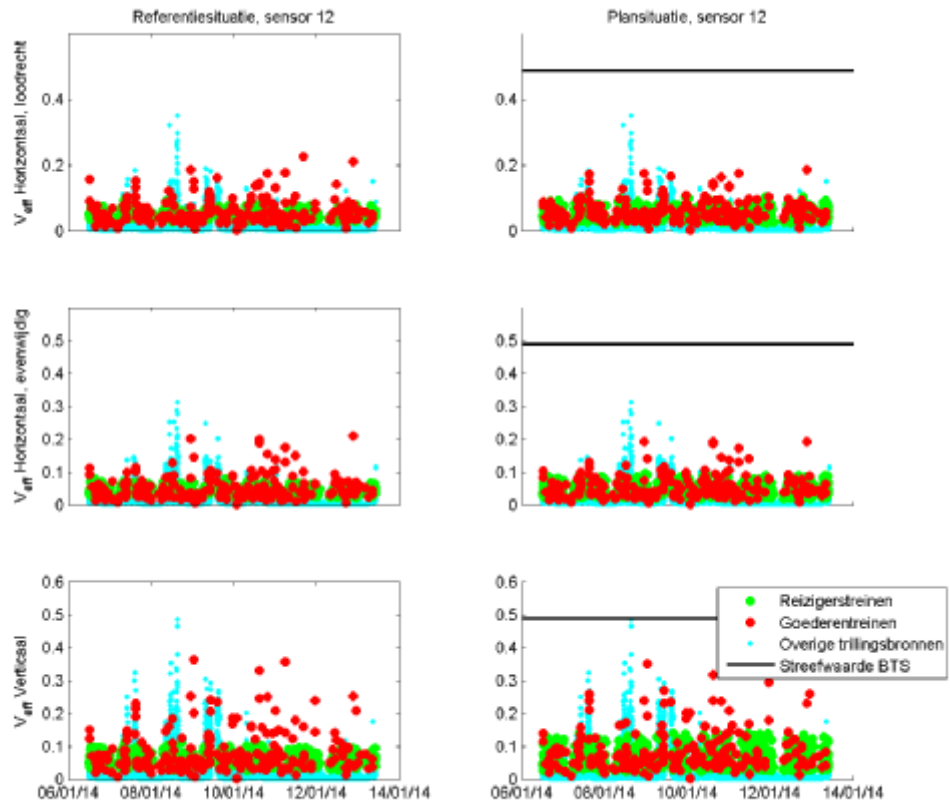
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-70. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-70 Resultaten berekening plansituatie

	15, fundering			12, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.03
$V_{per, avond}$	0.00	0.01	0.05	0.01	0.01	0.04
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
V_{max}	0.21	0.15	0.41	0.19	0.14	0.38
X (%)	0.86	50.00	0.86	1.62	50.00	0.86
#topX%	9	524	9	17	524	9
μ	-1.86	-2.81	-1.21	-1.93	-2.79	-1.25
σ	0.15	0.31	0.15	0.16	0.29	0.14
β	1.35	2.92	1.35	1.68	2.92	1.35
R	12	6	12	10	5	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.14. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 12, is weergegeven in Figuur 4-78. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-78 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.25.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (minder dan 30 procent toename). Deze beperkte toename wordt veroorzaakt door het dichterbij komen te rijden van een deel van de treinen en de hogere rijnsnelheid van met name goederentreinen. Doordat het meest dichtbij gelegen spoor niet meer wordt gebruikt door goederentreinen, is de toename in trillingssterkte beperkt.

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.26 Rijndijk 23

De meetlocatie Rijndijk 23 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-79.



Figuur 4-79 Gevel Rijndijk 23 (middelste woning, met blauwgrijze dakpannen, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (14) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (13) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de eerste verdieping.

4.26.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Een deel van de sporen komt aanzienlijk dichterbij te liggen;
2. Realisatie van dive-unders voor de goederen- en intercitysporen van en naar Houten;
3. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de meest dichtbijgelegen sporen waren nog niet gerealiseerd. De reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-80. In Figuur 4-79 is ook de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.

Tabel 4-72 Resultaten berekening referentiesituatie

	13, boven			14, fundering	
	H1	H2	H1	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	0.02	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.29	0.27	0.23	0.18	0.30
X (%)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
#topX%	13	13	13	13	13
μ	-1.60	-1.49	-1.66	-2.07	-1.62
σ	0.16	0.11	0.13	0.15	0.19
β	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
R	12	8	9	11	14
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.26.4. Plansituatie

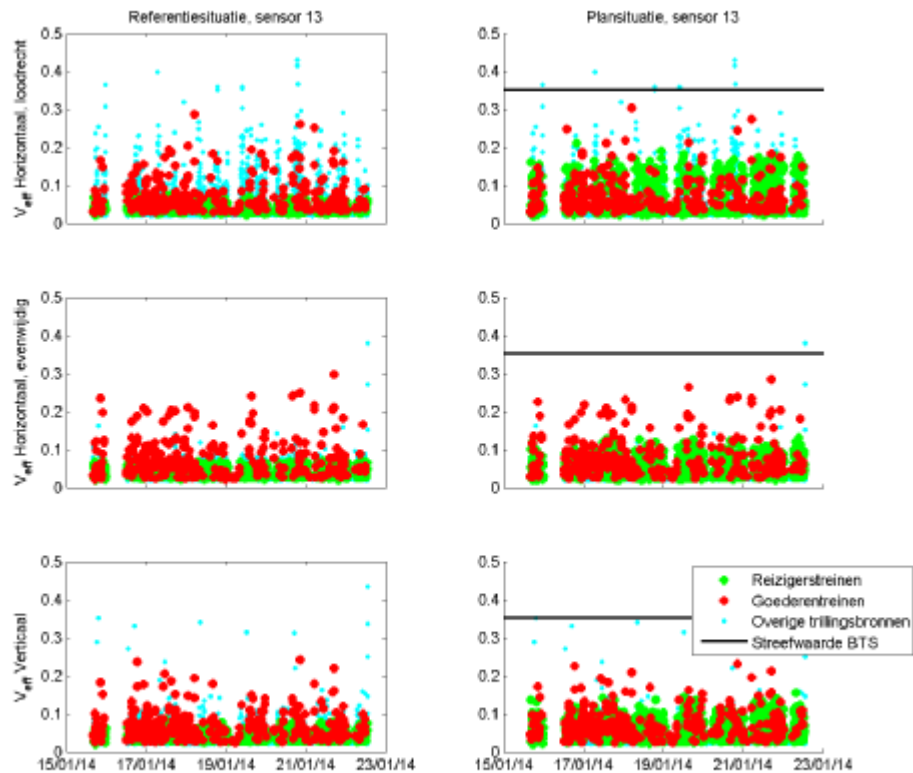
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-73. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-73 Resultaten berekening plansituatie

	13, boven			14, fundering	
	H1	H2	H1	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
$V_{per, avond}$	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
V_{max}	0.33	0.31	0.19	0.20	0.29
X (%)	50.00	3.17	50.00	50.00	50.00
#topX%	756	48	756	756	756
μ	-2.52	-1.74	-2.56	-2.81	-2.66
σ	0.46	0.22	0.30	0.39	0.46
β	3.04	2.14	3.04	3.04	3.04
R	8	11	5	6	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.21. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 13, is weergegeven in Figuur 4-81. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-81 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.26.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe (minder dan 30 procent toename) ten opzichte van de referentiesituatie. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.27 Oude Houtensepad 76

De meetlocatie Oude Houtensepad 76 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-82.



Figuur 4-82 Gevel Oude Houtensepad 76 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (5) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (6) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de eerste verdieping.

4.27.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. De sporen worden vernieuwd, de overgangsconstructie wordt verwijderd alsmede de aansluiting richting Utrecht Maliebaan. De sporen richting Houten komen dichterbij te liggen;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de meest ver weggelegen sporen waren in gebruik. De reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-83. In Figuur 4-82 is ook de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-83 Meetlocatie Oude Houtensepad 76 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.27.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-74. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-74 Meetresultaten

	5, fundering			6, boven		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.14	0.16	0.24	1.13	0.29	0.32
X (%)	0.83	0.83	0.83	0.83	6.33	0.83
#topX%	8	8	8	8	61	8
μ	-2.23	-2.16	-1.76	-0.24	-1.76	-1.30
σ	0.13	0.15	0.15	0.18	0.24	0.11
β	1.26	1.26	1.26	1.26	2.19	1.26
R	11	12	12	14	10	9

Op deze locatie zijn 1397 reizigers- en 234 goederentreinen gemeten.

4.27.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-75 Resultaten berekening referentiesituatie

	5, fundering			6, boven		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.03	0.01	0.01	0.09	0.04	0.07
$V_{per, avond}$	0.02	<0.01	0.01	0.07	0.03	0.05
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.02	0.10	0.03	0.04
V_{max}	0.52	0.25	0.30	1.91	0.48	0.68
X (%)	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
#topX%	8	8	8	8	8	8
μ	-1.27	-1.79	-1.54	0.25	-1.02	-0.86
σ	0.31	0.19	0.16	0.19	0.14	0.24
β	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
R	25	16	13	16	11	19
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.27.4. Plansituatie

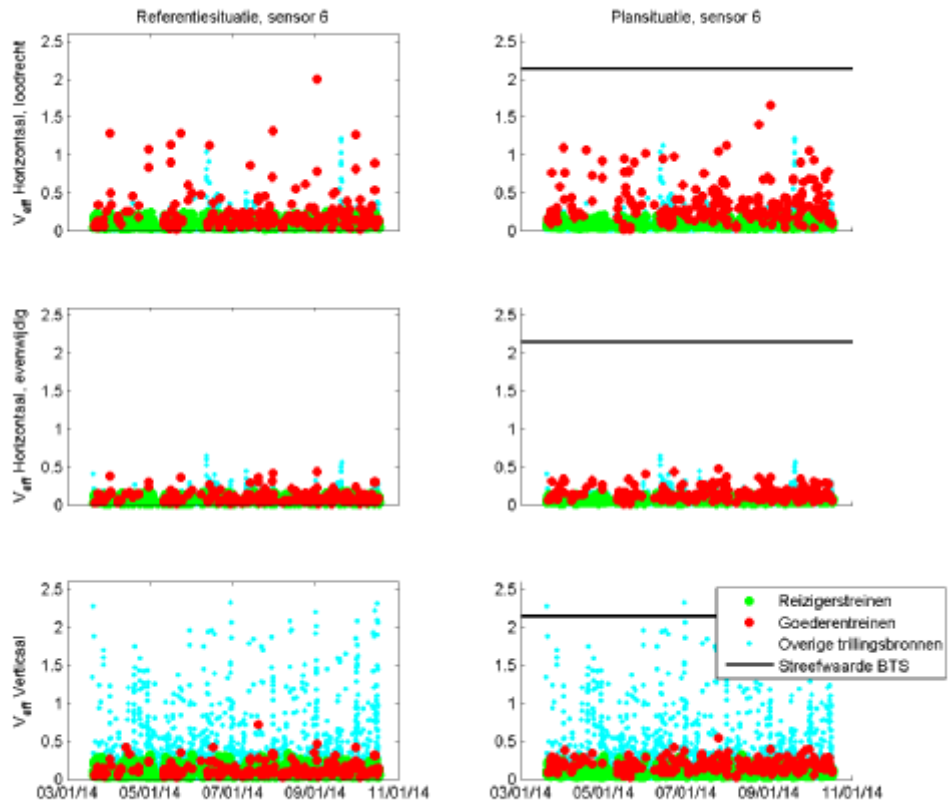
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-76. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-76 Resultaten berekening plansituatie

	5, fundering			6, boven		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.01	0.02	0.09	0.04	0.06
$V_{per, avond}$	0.02	0.01	0.02	0.09	0.04	0.06
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.02	0.08	0.03	0.04
V_{max}	0.25	0.24	0.37	1.62	0.50	0.43
X (%)	50.00	0.86	0.86	0.86	6.30	50.00
#topX%	579	10	10	10	73	579
μ	-2.59	-1.78	-1.33	0.12	-1.42	-1.89
σ	0.41	0.16	0.15	0.17	0.27	0.36
β	2.94	1.39	1.39	1.39	2.26	2.94
R	7	13	12	13	11	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.05. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 6, is weergegeven in Figuur 4-84. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-84 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.27.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename kleiner dan 30 procent). De toename in rijdsnelheid van de goederentreinen wordt gecompenseerd doordat een deel van de goederentreinen verder weg gaat rijden.

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.28 Pelikaanstraat 40 bis

De meetlocatie Pelikaanstraat 40 bis heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-85.



Figuur 4-85 Gevel Pelikaanstraat 40 bis (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn drie meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (4) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (9) op een stijf punt van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de tweede verdieping.
3. Een driedimensionale trillingssensor (22) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de tweede verdieping.

4.28.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Er komen enkele verder weg gelegen sporen bij. Ook worden de wissels verwijderd;
2. Aanpassing van de taludgeometrie ten behoeve van de realisatie van de *Uithoflijn*;
3. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de treinen reden op de meest ver weggelegen sporen. Ook de taludgeometrie was al conform de plansituatie. De reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-86. In Figuur 4-85 is ook de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.

Tabel 4-78 Resultaten berekening referentiesituatie

	9, boven			22, boven			4, fundering		
	V	H2	H1	V	H2	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.07	0.03	0.06	0.11	0.02	0.05	0.01	<0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.07	0.03	0.06	0.10	0.02	0.05	0.01	0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	0.04	0.02	0.05	0.06	0.02	0.04	0.01	0.00	0.02
V_{max}	0.49	0.33	0.58	0.78	0.44	0.53	0.21	0.13	0.27
X (%)	0.79	0.79	25.04	0.79	1.58	25.04	12.55	1.58	12.55
#topX%	14	14	445	14	28	445	223	28	223
μ	-0.92	-1.30	-1.79	-0.62	-1.41	-1.93	-2.52	-2.28	-2.23
σ	0.13	0.12	0.43	0.17	0.25	0.45	0.37	0.12	0.35
β	1.56	1.56	2.85	1.56	1.87	2.85	2.63	1.87	2.63
R	9	9	9	12	14	9	10	7	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.28.4. Plansituatie

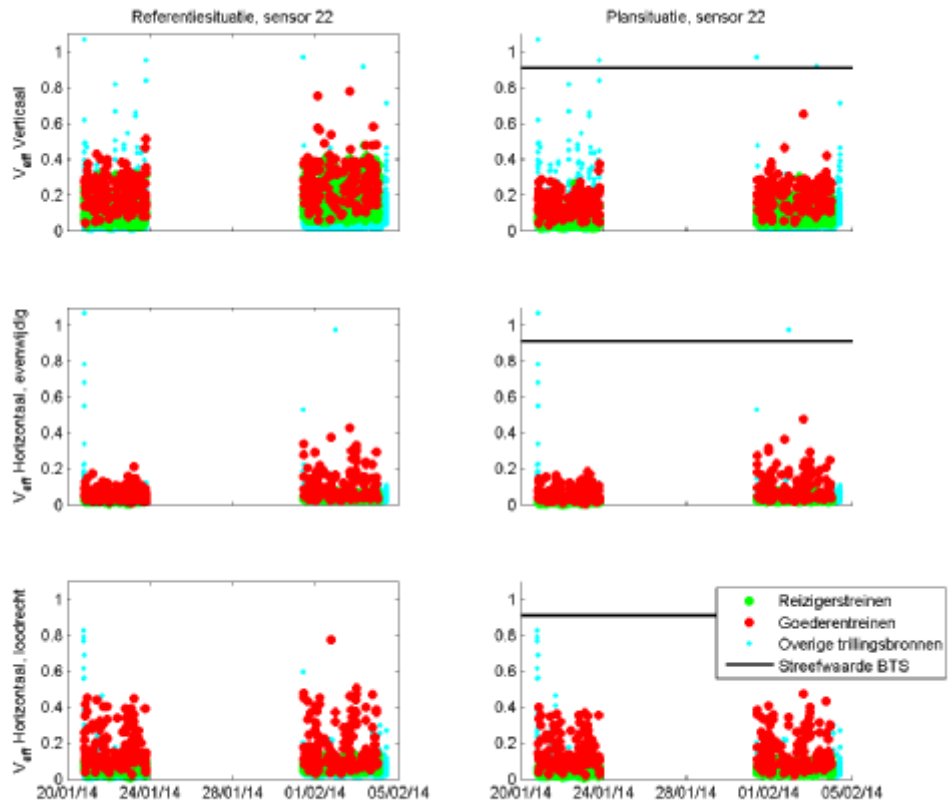
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-79. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-79 Resultaten berekening plansituatie

	9, boven			22, boven			4, fundering		
	V	H2	H1	V	H2	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.04	0.01	0.03	0.06	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01
$V_{per, avond}$	0.04	0.02	0.03	0.06	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01
$V_{per, nacht}$	0.03	0.01	0.03	0.04	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01
V_{max}	0.36	0.30	0.54	0.38	0.45	0.49	0.24	0.11	0.23
X (%)	50.06	25.03	50.06	50.06	1.59	50.06	1.59	6.34	50.06
#topX%	442	221	442	442	14	442	14	56	442
μ	-1.99	-2.21	-2.01	-1.68	-1.31	-2.13	-1.90	-2.58	-2.76
σ	0.34	0.39	0.49	0.25	0.23	0.50	0.21	0.19	0.46
β	2.85	2.63	2.85	2.85	1.56	2.85	1.56	2.15	2.85
R	7	10	10	5	16	10	15	8	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 0.89. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 22, is weergegeven in Figuur 4-87. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-87 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.28.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie af ten opzichte van de referentiesituatie. De snelheidstoename van de goederentreinen wordt gecompenseerd door het verwijderen van de wissels en het deels verder weg rijden van de goederentreinen. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.29 Pelikaanstraat 9

De meetlocatie Pelikaanstraat 9 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-88.



Figuur 4-88 Gevel Pelikaanstraat 9 (middelste woning, met blauwgrijze dakpannen, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

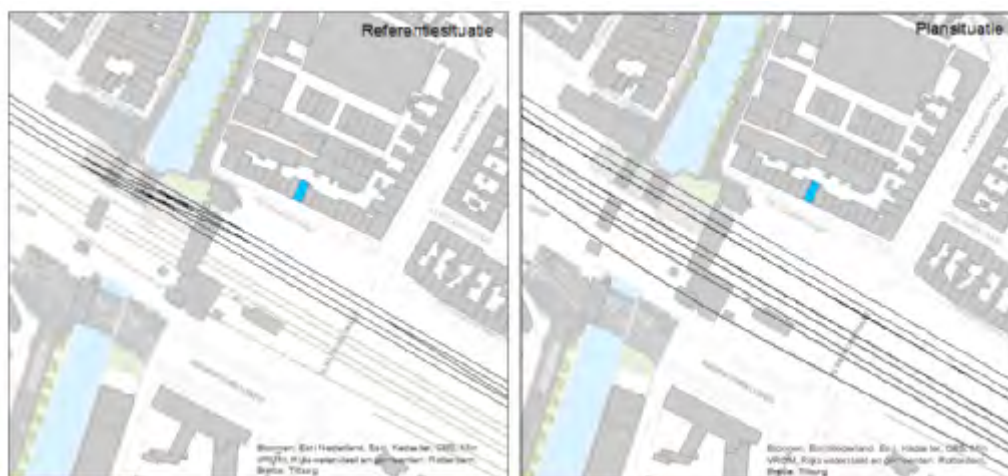
1. Een tweedimensionale trillingssensor (14) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (13) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de eerste verdieping.

4.29.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Er komen enkele verder weg gelegen sporen bij, daarnaast wordt een groot aantal wissels;
2. Realisatie van een parkeergarage bij de halte Vaartsche Rijn;
3. Gewijzigde rijnsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd, de parkeergarage was grotendeels gerealiseerd. De verst weggelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden al met de rijnsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-89. In Figuur 4-88 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-89 Meetlocatie Pelikaanstraat 9 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.29.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-80. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-80 Meetresultaten

	13, boven			14, fundering	
	H1	H2	V	H1	V
V_{max}	0.20	0.11	0.28	0.22	0.12
X (%)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
#topX%	9	9	9	9	9
μ	-1.90	-2.50	-1.69	-1.86	-2.29
σ	0.15	0.15	0.19	0.17	0.09
β	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
R	12	12	15	13	7

Op deze locatie zijn 2918 reizigers- en 256 goederentreinen gemeten.

4.29.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-81 Resultaten berekening referentiesituatie

	13, boven			14, fundering	
	H1	H2	V	H1	V
$V_{per, dag}$	0.06	0.02	0.06	0.05	0.02
$V_{per, avond}$	0.05	0.02	0.05	0.05	0.02
$V_{per, nacht}$	0.04	0.01	0.05	0.04	0.02
V_{max}	0.33	0.23	0.80	0.34	0.34
X (%)	50.00	0.41	0.41	50.00	0.41
#topX%	1587	13	13	1587	13
μ	-2.18	-1.62	-0.76	-2.22	-1.41
σ	0.33	0.10	0.24	0.35	0.15
β	3.23	1.52	1.52	3.23	1.52
R	4	7	17	4	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.29.4. Plansituatie

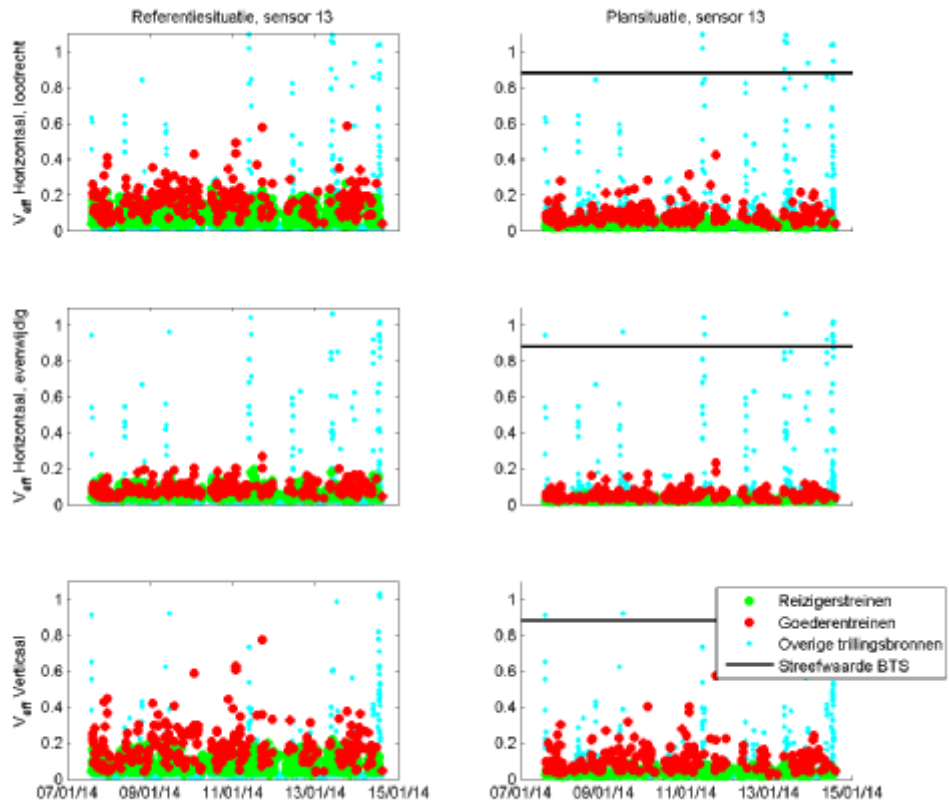
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-82. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-82 Resultaten berekening plansituatie

	13, boven			14, fundering	
	H1	H2	V	H1	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.01	0.02	0.02	0.06
$V_{per, avond}$	0.01	0.01	0.02	0.01	0.06
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04
V_{max}	0.41	0.24	0.57	0.43	0.35
X (%)	0.43	0.43	0.43	0.43	50.02
#topX%	12	12	12	12	1412
μ	-1.35	-1.92	-1.16	-1.33	-2.08
σ	0.21	0.23	0.28	0.22	0.32
β	1.48	1.48	1.48	1.48	3.20
R	16	17	20	16	4
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 0.88. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 13, is weergegeven in Figuur 4-90. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-90 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.29.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie af ten opzichte van de referentiesituatie. Deze afname komt met name door het verwijderen van de wissels in de nabijheid van deze locatie.

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.30 Vaartsestraat 224

De meetlocatie Vaartsestraat 224 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-91.



Figuur 4-91 Gevel Vaartsestraat 224 (appartement op tweede verdieping, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn drie meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (3_2) op een stijf punt op de begane grond in een garagebox;
2. Een driedimensionale trillingssensor (4) op een stijf punt op het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de tweede verdieping.
3. Een driedimensionale trillingssensor (10) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de tweede verdieping.

4.30.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Er komen enkele verder weg gelegen sporen bij, daarnaast wordt een groot aantal wissels verwijderd;
2. Aanpassen van de taludgeometrie ten behoeve van de realisatie van de *Uithoflijn*;
3. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De verst weggelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De taludgeometrie was al conform de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-92. In Figuur 4-91 is ook de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-92 Meetlocatie Vaartsestraat 224 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.30.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-83. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-83 Meetresultaten

	4, boven			10, boven			3_2, fundering	
	H1	H2	V	H1	H2	V	H1	V
V_{max}	0.31	0.35	0.21	0.20	0.38	0.16	0.10	0.07
X (%)	50.05	50.05	25.08	3.14	25.08	3.14	1.62	1.62
#topX%	463	463	232	29	232	29	15	15
μ	-3.31	-3.33	-3.06	-1.90	-2.46	-2.11	-2.47	-2.74
σ	0.71	0.75	0.53	0.15	0.51	0.15	0.11	0.07
β	2.85	2.85	2.63	1.87	2.63	1.87	1.57	1.57
R	14	15	14	8	13	8	7	5

Op deze locatie zijn 915 reizigers- en 183 goederentreinen gemeten.

4.30.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-84 Resultaten berekening referentiesituatie

	4, boven			10, boven			3_2, fundering	
	H1	H2	V	H1	H2	V	H1	V
$V_{per, dag}$	0.06	0.06	0.04	0.07	0.06	0.06	0.03	0.02
$V_{per, avond}$	0.05	0.06	0.04	0.06	0.06	0.05	0.03	0.01
$V_{per, nacht}$	0.04	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04	0.02	0.01
V_{max}	0.75	0.98	0.46	0.42	0.88	0.32	0.21	0.15
X (%)	25.02	25.02	1.57	6.28	25.02	0.83	1.57	3.14
#topX%	271	271	17	68	271	9	17	34
μ	-1.99	-2.02	-1.25	-1.33	-1.81	-1.26	-1.76	-2.12
σ	0.58	0.69	0.21	0.21	0.58	0.10	0.11	0.11
β	2.68	2.68	1.63	2.21	2.68	1.29	1.63	1.94
R	14	17	14	9	14	8	7	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.30.4. Plansituatie

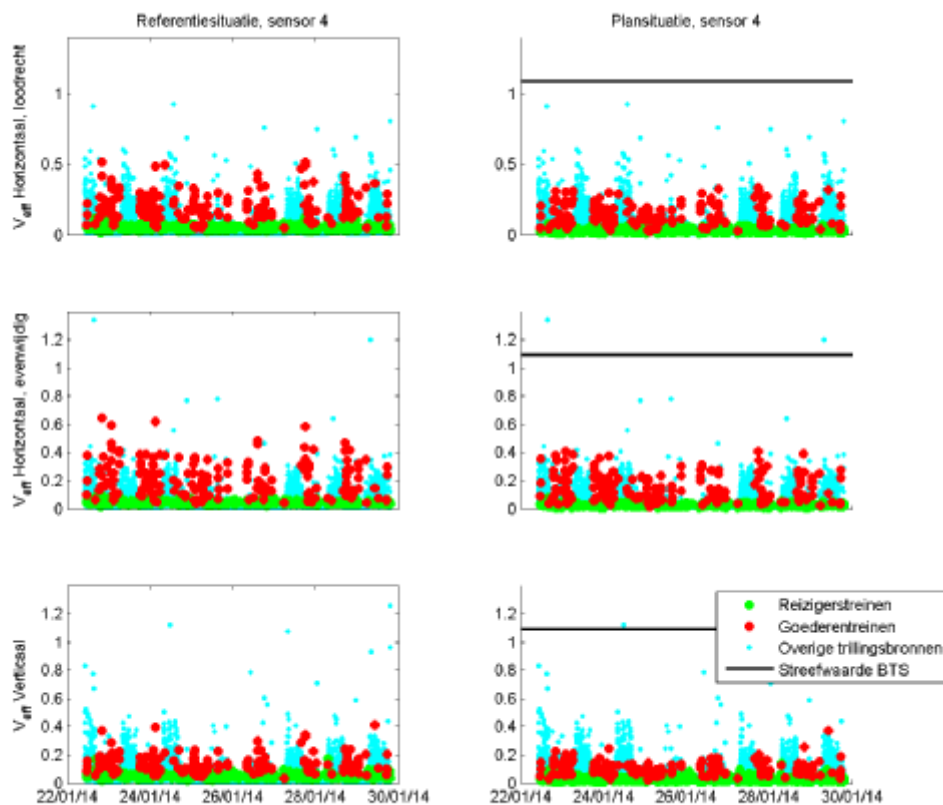
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-85. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-85 Resultaten berekening plansituatie

	4, boven			10, boven			3_2, fundering	
	H1	H2	V	H1	H2	V	H1	V
$V_{per, dag}$	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	0.02	0.01
$V_{per, avond}$	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.00
V_{max}	0.58	0.67	0.36	0.32	0.54	0.24	0.18	0.13
X (%)	50.00	50.00	50.00	0.83	50.00	6.34	0.83	1.66
#topX%	481	481	481	8	481	61	8	16
μ	-2.82	-2.89	-2.94	-1.26	-2.46	-1.71	-1.81	-2.17
σ	0.75	0.82	0.62	0.11	0.60	0.14	0.07	0.10
β	2.87	2.87	2.87	1.22	2.87	2.17	1.22	1.60
R	15	16	12	8	12	6	6	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 0.85. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 4, is weergegeven in Figuur 4-93. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-93 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.30.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie af ten opzichte van de referentiesituatie. Deze afname komt met name door het verwijderen van een groot aantal wissels in de nabijheid van deze locatie.

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.31 Vaartsestraat 176

De meetlocatie Vaartsestraat 176 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-94.



Figuur 4-94 Gevel Vaartsestraat 176 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (9) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (5) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de zolder.

4.31.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Er komen enkele verder weg gelegen sporen bij, verder worden enkele wissels verwijderd;
2. Aanpassen van de taludgeometrie ten behoeve van de realisatie van de *Uithoflijn*;
3. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
4. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De verst weggelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De taludgeometrie was al conform de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-95. In Figuur 4-94 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-95 Meetlocatie Vaartsestraat 176 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.31.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-86. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-86 Meetresultaten

	5, boven			9, fundering		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.15	0.15	0.14	0.08	0.06	0.14
X (%)	6.60	6.60	6.60	6.60	50.00	12.74
#topX%	14	14	14	14	106	27
μ	-2.04	-2.29	-2.16	-2.77	-3.70	-2.28
σ	0.10	0.19	0.14	0.14	0.30	0.16
β	1.57	1.57	1.57	1.57	2.39	1.87
R	7	13	10	10	11	9

Op deze locatie zijn 892 reizigers- en 183 goederentreinen gemeten.

4.31.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-87 Resultaten berekening referentiesituatie

	5, boven			9, fundering		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.03	0.02	0.03	0.01	0.00	0.02
$V_{per, avond}$	0.03	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02
V_{max}	0.39	0.28	0.27	0.16	0.11	0.27
X (%)	25.00	1.61	50.00	12.50	1.61	50.00
#topX%	218	14	436	109	14	436
μ	-2.39	-1.67	-2.60	-2.69	-2.53	-2.96
σ	0.50	0.18	0.45	0.31	0.15	0.54
β	2.64	1.57	2.86	2.40	1.57	2.86
R	13	13	9	11	11	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.31.4. Plansituatie

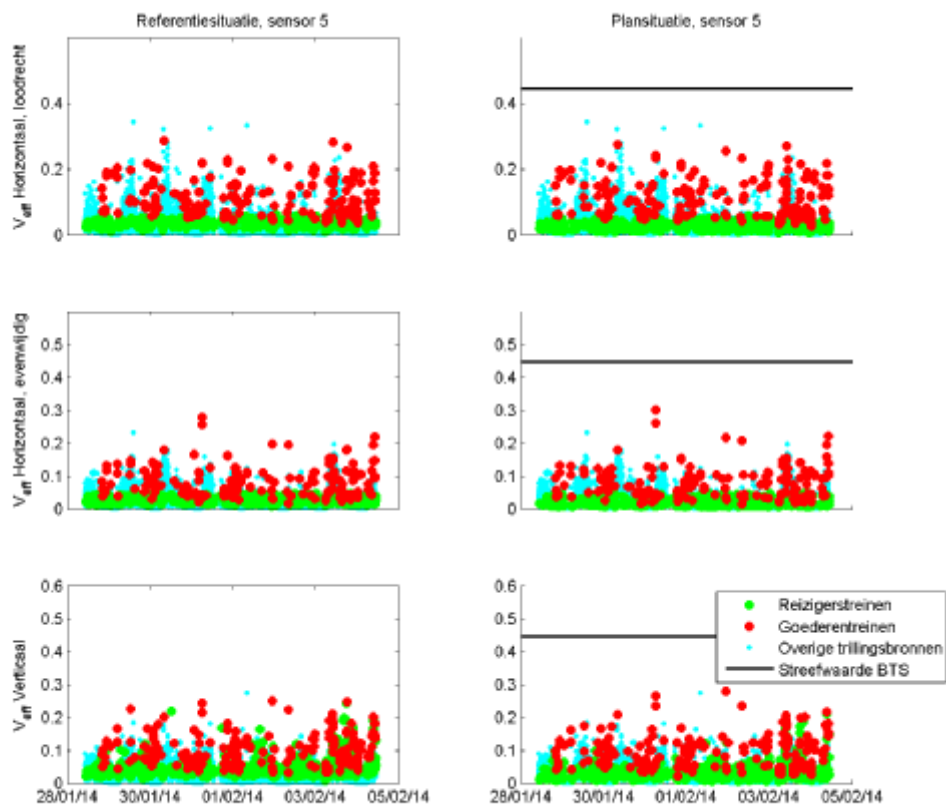
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-88. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-88 Resultaten berekening plansituatie

	5, boven			9, fundering		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.01	0.03	0.01	<0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.01	0.02	0.01	<0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.01	0.00	<0.01	0.01
V_{max}	0.42	0.31	0.33	0.18	0.11	0.39
X (%)	50.12	3.24	50.12	50.12	3.24	50.12
#topX%	201	13	201	201	13	201
μ	-2.36	-1.68	-2.36	-3.10	-2.54	-2.56
σ	0.52	0.23	0.43	0.49	0.17	0.57
β	2.61	1.53	2.61	2.61	1.53	2.61
R	14	17	12	14	12	16
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.28. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 5, is weergegeven in Figuur 4-96. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-96 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.31.5. Conclusies

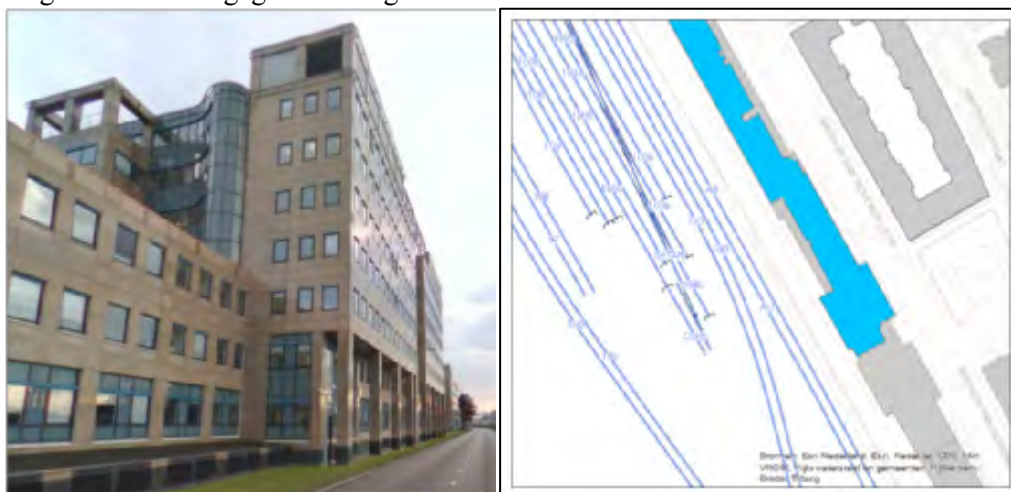
De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (minder dan 30 procent toename).

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan voor deze locatie daarom achterwege blijven.

4.32 Arthur van Schendelstraat 670

De meetlocatie Arthur van Schendelstraat 670 heeft de functie *Kantoor*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-100.



Figuur 4-97 Gevel Arthur van Schendelstraat 670 (figuur links, appartement op vierde verdieping) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit kantoor is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn vier meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (11) op een stijf punt op de tweede verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (12) in het midden van het vloerveld van een ruimte aan de spoorzijde van het gebouw, op de tweede verdieping;
3. Een driedimensionale trillingssensor (6) op een stijf punt op de zesde verdieping;
4. Een driedimensionale trillingssensor (10) in het midden van het vloerveld van een ruimte aan de spoorzijde van het gebouw, op de zesde verdieping.

4.32.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. De locatie van de sporen wordt gewijzigd;
2. Gewijzigde rijsnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De verst weggelegde sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijsnelheid van de plansituatie. De taludgeometrie was al conform de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-101. In Figuur 4-109 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-98 Meetlocatie Arthur van Schendelstraat 670 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.32.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-92. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-89 Meetresultaten

	12, stijf punt 2 ^e etage			11, midden 2 ^e etage			6, stijf punt 6 ^e etage			10, midden 6 ^e etage		
	H1	H2	V	H1	H2	V	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.15	0.09	0.20	0.14	0.09	0.14	0.22	0.07	0.17	0.22	0.07	0.13
X (%)	6.26	6.26	50.09	50.09	6.26	50.09	6.26	6.26	6.26	6.26	6.26	6.26
#topX%	34	34	272	272	34	272	34	34	34	34	34	34
μ	-2.03	-2.55	-1.98	-2.33	-2.57	-2.38	-1.65	-2.78	-1.93	-1.64	-2.78	-2.21
σ	0.10	0.11	0.17	0.18	0.13	0.20	0.10	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12
β	1.28	1.28	2.23	2.23	1.28	2.23	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28
R	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5

Op deze locatie zijn 5019 reizigers- en 1457 goederentreinen gemeten.

4.32.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-90 Resultaten berekening referentiesituatie

	12, stijf punt 2 ^e etage			11, midden 2 ^e etage			6, stijf punt 6 ^e etage			10, midden 6 ^e etage		
	H1	H2	V	H1	H1	H2	V	H1	H1	H2	V	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01	0.02	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.16	0.10	0.21	0.16	0.10	0.16	0.24	0.08	0.18	0.24	0.08	0.14
X (%)	6.25	6.25	50.00	50.00	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
#topX%	37	37	296	296	37	37	37	37	37	37	37	37
μ	-1.98	-2.48	-1.95	-2.30	-2.53	-1.99	-1.60	-2.73	-1.88	-1.58	-2.73	-2.14
σ	0.12	0.14	0.18	0.20	0.14	0.09	0.12	0.14	0.13	0.12	0.13	0.13
β	1.32	1.32	2.27	2.27	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
R	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

4.32.4. Plansituatie

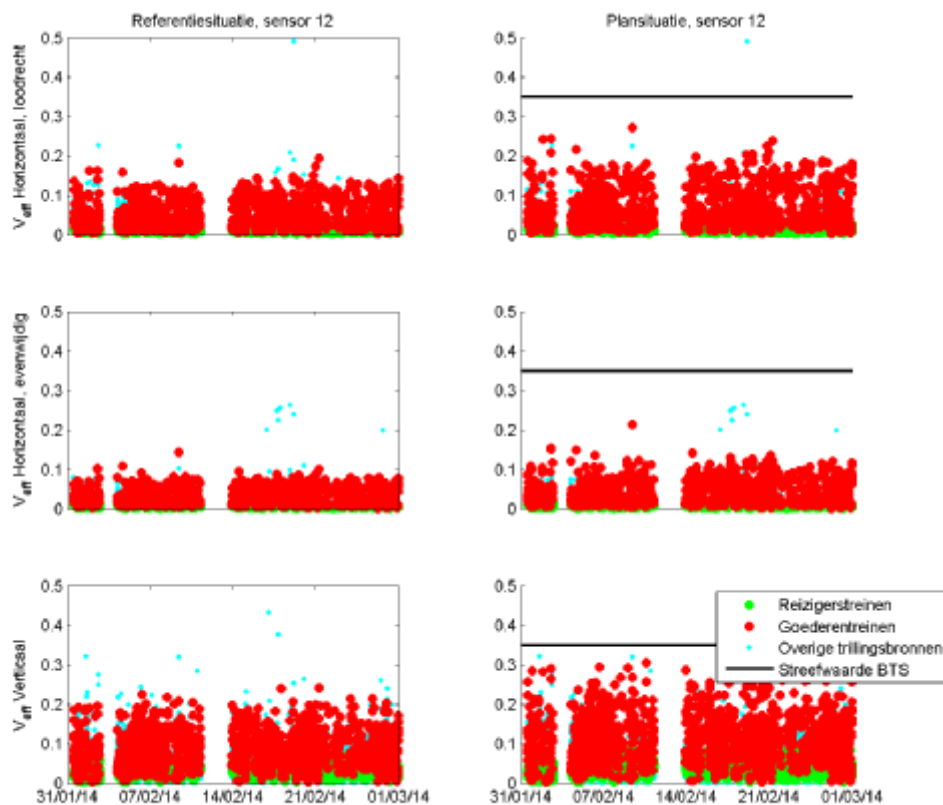
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-100. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-91 Resultaten berekening plansituatie

	12, stijf punt 2 ^e etage			11, midden 2 ^e etage			6, stijf punt 6 ^e etage			10, midden 6 ^e etage		
	H1	H2	V	H1	H1	H2	V	H1	H1	H2	V	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01
V_{max}	0.23	0.14	0.29	0.24	0.13	0.21	0.33	0.10	0.24	0.33	0.10	0.18
X (%)	50.06	50.06	50.06	50.06	50.06	50.06	50.06	6.36	6.36	50.06	6.36	6.36
#topX%	409	409	409	409	409	409	409	52	52	409	52	52
μ	-2.12	-2.67	-1.72	-2.10	-2.77	-2.13	-1.72	-2.47	-1.61	-1.71	-2.47	-1.92
σ	0.27	0.30	0.20	0.29	0.29	0.24	0.25	0.14	0.12	0.25	0.14	0.13
β	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	1.51	1.51	2.39	1.51	1.51
R	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.36, de trillingssterkte neemt voelbaar toe op deze locatie. Omdat de trillingssterkte lager is dan de grenswaarde A1 uit de BTS, zijn er geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 12, is weergegeven in Figuur 4-102. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-99 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.32.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (meer dan 30 procent toename), maar is lager dan de streefwaarde A1 uit de BTS. Er zijn daarom geen overschrijdingen op deze locatie. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het nemen van maatregelen kan daarom achterwege blijven voor deze locatie.

4.33 Arthur van Schendelstraat 623

De meetlocatie Arthur van Schendelstraat 623 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-100.



Figuur 4-100 Gevel Arthur van Schendelstraat 623 (figuur links, appartement op vierde verdieping) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een tweedimensionale trillingssensor (1_2) op een stijf punt op de vierde verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (1_1) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de vierde verdieping.

4.33.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. De locatie van de sporen wordt gewijzigd, daarnaast worden wissels verwijderd in de verder weg gelegen sporen;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De verst weggelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De taludgeometrie was al conform de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-101. In Figuur 4-109 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-101 Meetlocatie Arthur van Schendelstraat 623 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.33.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-92. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-92 Meetresultaten

	1_2, stijf punt		1_1, midden vloer		
	V	H1	H1	H2	V
V_{max}	0.13	0.10	0.09	0.19	0.12
X (%)	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86
#topX%	27	27	27	27	27
μ	-2.21	-2.44	-2.52	-1.74	-2.24
σ	0.10	0.08	0.08	0.07	0.10
β	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
R	5	4	4	3	5

Op deze locatie zijn 3883 reizigers- en 859 goederentreinen gemeten.

4.33.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-93 Resultaten berekening referentiesituatie

	1_2, stijf punt		1_1, midden vloer		
	V	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
V_{max}	0.13	0.10	0.09	0.19	0.12
X (%)	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86
#topX%	27	27	27	27	27
μ	-2.21	-2.44	-2.52	-1.74	-2.24
σ	0.10	0.08	0.08	0.07	0.10
β	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
R	5	4	4	3	5
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.33.4. Plansituatie

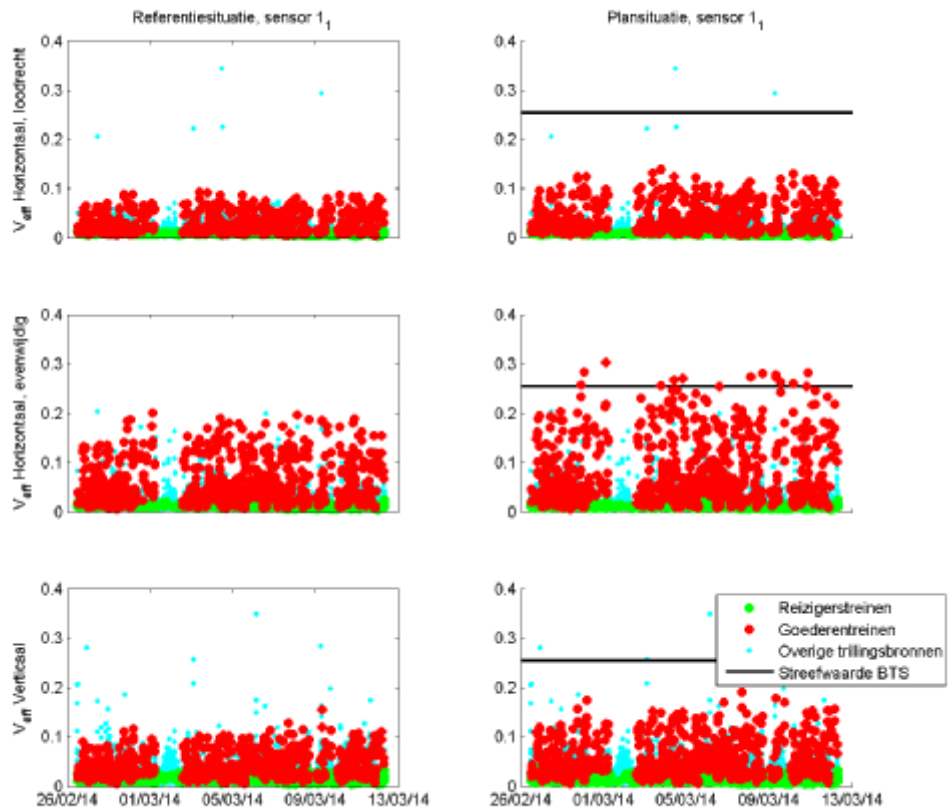
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-94. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-94 Resultaten berekening plansituatie

	1_2, stijf punt		1_1, midden vloer		
	V	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01
V_{max}	0.19	0.14	0.13	0.28	0.19
X (%)	6.29	50.00	6.29	25.17	6.29
#topX%	18	143	18	72	18
μ	-1.79	-2.33	-2.12	-1.52	-1.82
σ	0.10	0.16	0.07	0.13	0.12
β	1.27	2.22	1.27	1.95	1.27
R	6	5	4	5	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.46. De trillingssterkte neemt voelbaar toe op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 1_1, is weergegeven in Figuur 4-102. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-102 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.33.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie. De toename wordt vooral veroorzaakt door de toename in rijsnelheid van de goederentreinen.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijdingen van het beoordelingskader dienen voor deze locatie maatregelen te worden ontworpen en afgewogen op doelmatigheid.

4.34 Arthur van Schendelstraat 203

De meetlocatie Arthur van Schendelstraat 203 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-103.



Figuur 4-103 Gevel Arthur van Schendelstraat 203 (figuur links, appartement op eerste verdieping, links in het gebouw) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

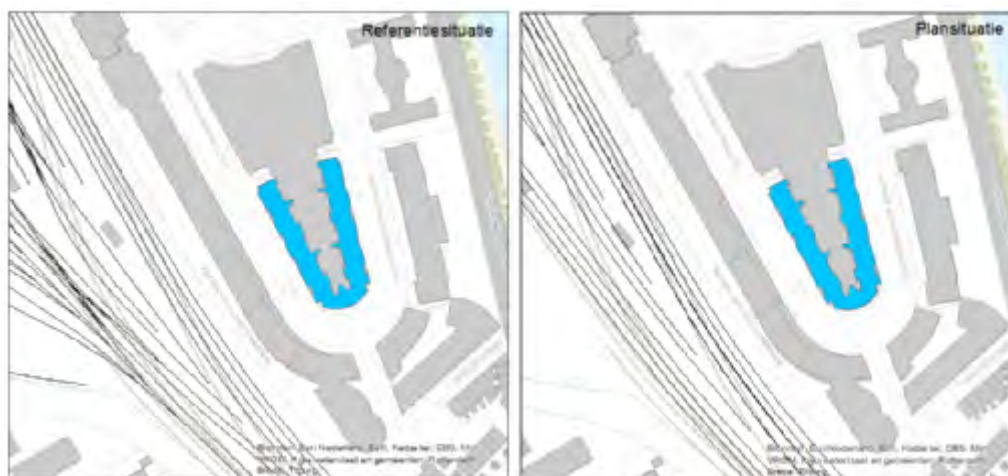
1. Een driedimensionale trillingssensor (21) op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (14) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de eerste verdieping.

4.34.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. De locatie van de sporen wordt gewijzigd, daarnaast worden wissels verwijderd in de verder weg gelegen sporen;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De verst weggelegen sporen waren al in dienst, de reizigerstreinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De taludgeometrie was al conform de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-104. In Figuur 4-103 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-104 Meetlocatie Arthur van Schendelstraat 203 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.34.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-95. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-95 Meetresultaten

	14, 1 ^e verdieping			21, begane grond		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.29	0.21	0.17	0.29	0.24	0.28
X (%)	12.52	25.01	12.52	12.52	25.01	12.52
#topX%	515	1029	515	515	1029	515
μ	-2.52	-3.17	-2.88	-2.45	-3.08	-2.40
σ	0.48	0.55	0.42	0.46	0.57	0.42
β	2.67	2.89	2.67	2.67	2.89	2.67
R	8	7	7	8	8	8

Op deze locatie zijn 4898 reizigers- en 877 goederentreinen gemeten.

4.34.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-96 Resultaten berekening referentiesituatie

	14, 1 ^e verdieping			21, begane grond		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
V_{max}	0.34	0.31	0.21	0.34	0.34	0.34
X (%)	12.51	25.01	12.51	25.01	25.01	12.51
#topX%	419	838	419	838	838	419
μ	-2.25	-2.96	-2.63	-2.63	-2.87	-2.16
σ	0.45	0.63	0.41	0.55	0.64	0.41
β	2.60	2.83	2.60	2.83	2.83	2.60
R	9	9	8	8	9	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.34.4. Plansituatie

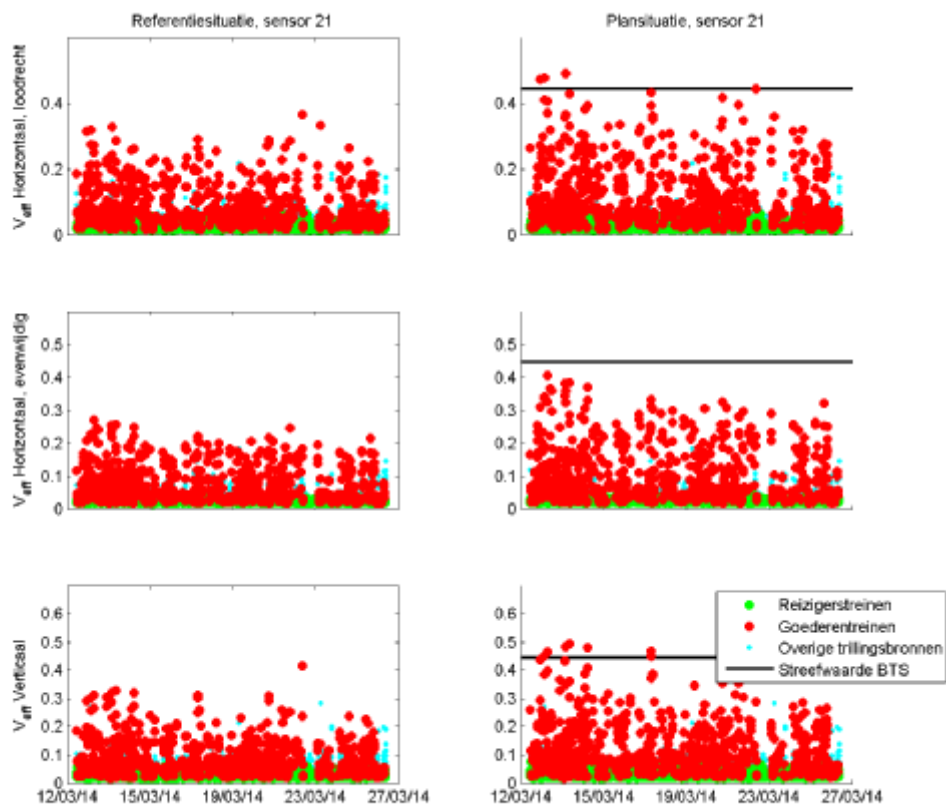
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-96. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-97 Resultaten berekening plansituatie

	14, 1 ^e verdieping			21, begane grond		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
V_{max}	0.50	0.44	0.31	0.51	0.50	0.50
X (%)	25.00	25.00	12.51	25.00	25.00	12.51
#topX%	1025	1025	513	1025	1025	513
μ	-2.64	-2.88	-2.45	-2.54	-2.79	-1.98
σ	0.68	0.71	0.48	0.64	0.73	0.48
β	2.89	2.89	2.67	2.89	2.89	2.67
R	9	10	9	9	10	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.48. De trillingssterkte neemt voelbaar toe op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 21, is weergegeven in Figuur 4-105. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-105 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.34.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie. De toename wordt vooral veroorzaakt door de toename in rijsnelheid van de goederentreinen.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijdingen van het beoordelingskader dienen voor deze locatie maatregelen te worden ontworpen en afgewogen op doelmatigheid.

4.35 Nicolaas Beetsstraat 222

De meetlocatie Nicolaas Beetsstraat 222 heeft de functie *Kantoor*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-106.



Figuur 4-106 Gevel Nicolaas Beetsstraat 222 (rechtse appartementen in figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (13) op een stijf punt op de tweede verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (17) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van het gebouw, op de tweede verdieping.

4.35.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out, vooral de verder weggelegen sporen wijzigen. Daarnaast wordt er een wissel gerealiseerd tussen de eerste twee sporen;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De treinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-107. In Figuur 4-106 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-107 Meetlocatie Nicolaas Beetsstraat 222 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.35.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-98. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-98 Meetresultaten

	13, stijf punt			17, midden vloer		
	V	H2	H1	H1	H2	V
V_{max}	0.20	0.50	0.29	0.20	0.42	0.36
X (%)	3.17	50.03	50.03	3.17	50.03	50.03
#topX%	49	774	774	49	774	774
μ	-1.80	-2.55	-2.79	-1.73	-2.65	-2.63
σ	0.12	0.73	0.61	0.10	0.70	0.63
β	1.36	2.53	2.53	1.36	2.53	2.53
R	4	10	8	3	10	9

Op deze locatie zijn 9651 reizigers- en 1218 goederentreinen gemeten.

4.35.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-99 Resultaten berekening referentiesituatie

	13, stijf punt			17, midden vloer		
	V	H2	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
V_{max}	0.19	0.48	0.28	0.20	0.40	0.35
X (%)	50.03	50.03	50.03	3.18	50.03	50.03
#topX%	723	723	723	46	723	723
μ	-2.32	-2.46	-2.71	-1.72	-2.57	-2.53
σ	0.26	0.69	0.58	0.10	0.66	0.59
β	2.51	2.51	2.51	1.32	2.51	2.51
R	4	10	8	3	9	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

4.35.4. Plansituatie

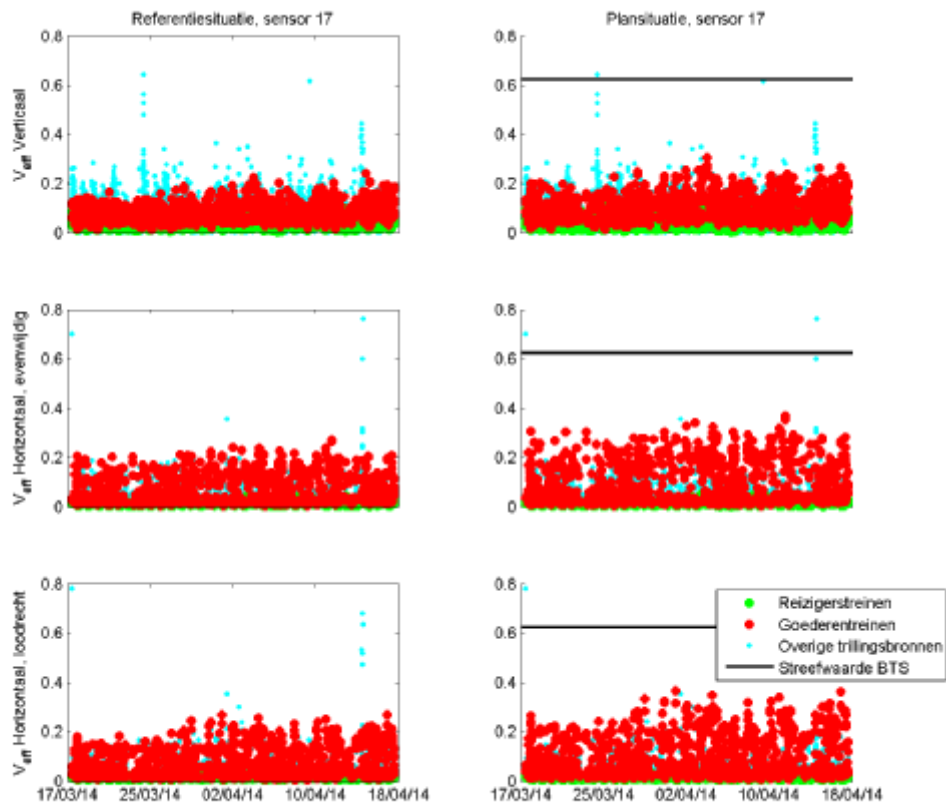
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-100. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-100 Resultaten berekening plansituatie

	13, stijf punt			17, midden vloer		
	V	H2	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
$V_{per, nacht}$	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
V_{max}	0.26	0.83	0.42	0.26	0.62	0.54
X (%)	50.03	50.03	50.03	50.03	50.03	50.03
#topX%	825	825	825	825	825	825
μ	-2.15	-2.32	-2.57	-2.09	-2.44	-2.39
σ	0.31	0.80	0.67	0.29	0.77	0.69
β	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56
R	4	11	9	4	10	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.78. Er is een voelbare toename in trillingssterkte op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 7, is weergegeven in Figuur 4-108. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-108 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.35.5. Conclusies

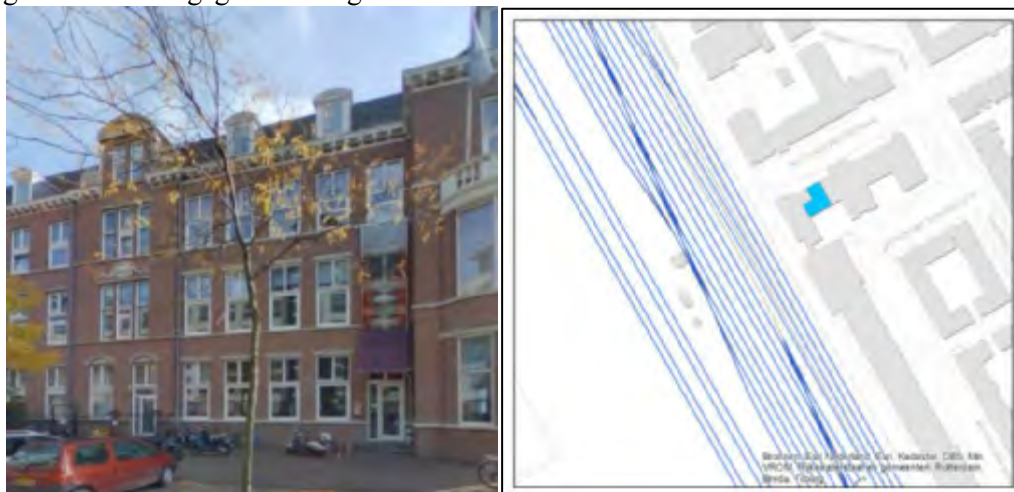
De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (meer dan 30 procent toename). Deze toename wordt vooral veroorzaakt door de hogere rijnsnelheid van goederentreinen.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijdingen van de grenswaarden dienen voor deze locatie maatregelen te worden ontworpen en afgewogen op doelmatigheid.

4.36 Nicolaas Beetsstraat 212

De meetlocatie Nicolaas Beetsstraat 212 heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-109.



Figuur 4-109 Gevel Nicolaas Beetsstraat 212 (midden foto, meest rechtse appartement op de tweede en derde verdieping, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn drie meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (20) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (23) op een stijf punt van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de derde verdieping;
3. Een driedimensionale trillingssensor (24) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van de woning, op de derde verdieping.

4.36.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out, vooral de verder weggelegen sporen wijzigen.
2. Gewijzigde rijnsnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De reizigerstreinen reden met de rijnsnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-110. In Figuur 4-109 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-110 Meetlocatie Nicolaas Beetsstraat 212 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.36.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-101. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-101 Meetresultaten

	23, boven			24, boven			20, fundering		
	H1	H2	V	H1	H2	V	V	H2	H1
V_{max}	0.12	0.16	0.12	0.16	0.15	0.14	0.11	0.06	0.06
X (%)	12.57	50.30	12.57	12.57	12.57	6.59	12.57	6.59	12.57
#topX%	21	84	21	21	21	11	21	11	21
μ	-2.48	-2.27	-2.30	-2.08	-2.19	-2.03	-2.43	-2.97	-3.23
σ	0.18	0.21	0.13	0.15	0.16	0.07	0.14	0.14	0.19
β	1.68	2.25	1.68	1.68	1.68	1.35	1.68	1.35	1.68
R	11	8	8	9	10	5	8	10	11

Op deze locatie zijn 2499 reizigers- en 258 goederentreinen gemeten.

4.36.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-102 Resultaten berekening referentiesituatie

	23, boven			24, boven			20, fundering		
	H1	H2	V	H1	H2	V	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	<0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.12	0.17	0.12	0.16	0.15	0.15	0.11	0.06	0.06
X (%)	13.02	50.30	13.02	50.30	13.02	25.44	13.02	6.51	13.02
#topX%	22	85	22	85	22	43	22	11	22
μ	-2.48	-2.26	-2.30	-2.44	-2.18	-2.21	-2.43	-2.96	-3.24
σ	0.18	0.21	0.13	0.27	0.17	0.14	0.13	0.14	0.19
β	1.70	2.25	1.70	2.25	1.70	1.99	1.70	1.35	1.70
R	11	8	8	10	10	7	8	10	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

4.36.4. Plansituatie

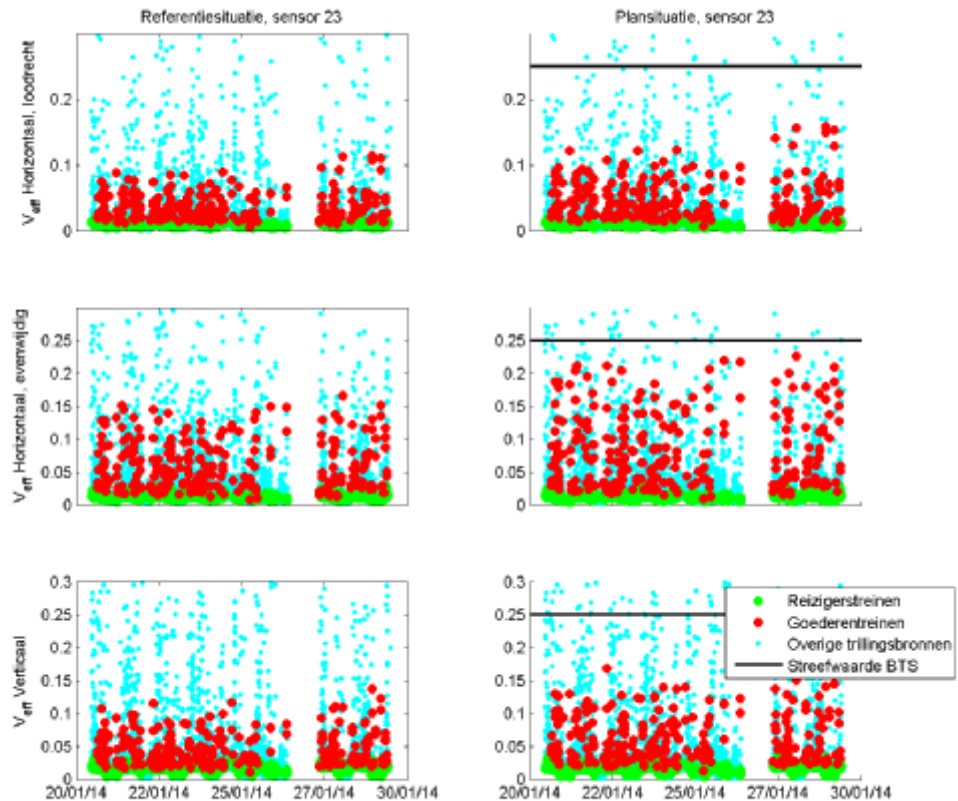
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-103. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-103 Resultaten berekening plansituatie

	23, boven			24, boven			20, fundering		
	H1	H2	V	H1	H2	V	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	<0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.17	0.25	0.17	0.26	0.24	0.20	0.16	0.08	0.08
X (%)	12.56	50.25	50.25	50.25	12.56	6.53	50.25	50.25	12.56
#topX%	25	100	100	100	25	13	100	100	25
μ	-2.20	-1.98	-2.32	-2.18	-1.87	-1.77	-2.45	-3.05	-2.97
σ	0.20	0.26	0.24	0.31	0.20	0.09	0.26	0.24	0.21
β	1.76	2.31	2.31	2.31	1.76	1.44	2.31	2.31	1.76
R	11	9	9	11	11	6	9	9	12
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.50. De trillingssterkte neemt voelbaar toe op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 23, is weergegeven in Figuur 4-111. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-111 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.36.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie. De toename wordt vooral veroorzaakt door de hogere rijsnelheid van goederentreinen.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Voor deze locatie dienen maatregelen te worden ontworpen en afgewogen op doelmatigheid.

4.37 Laan van Puntenburg 100

De meetlocatie Laan van Puntenburg 100 (HGBIV van NS Reizigers) heeft de functie *Kantoor*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-112.



Figuur 4-112 Gevel Laan van Puntenburg 100 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (15) op een stijf punt op de achttiende verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (16) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van het gebouw, op de achttiende verdieping.

4.37.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out, er wordt een groot aantal wissels verwijderd in de meest dichtbij gelegen sporen. Ook de spoorligging van een aantal sporen wordt aangepast;
2. Gewijzigde rijksnelheid van een deel van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De treinen reden met de rijksnelheid van de plansituatie. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-113. In Figuur 4-112 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-113 Meetlocatie Laan van Puntenburg 100 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.37.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-104. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-104 Meetresultaten

	15, stijf punt			16, midden vloer		
	V	H2	H1	H1	H2	V
V_{max}	0.21	0.08	0.06	0.23	0.07	0.06
X (%)	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	12.60
#topX%	24	24	24	24	24	94
μ	-1.72	-2.65	-2.99	-1.63	-2.90	-3.21
σ	0.12	0.12	0.14	0.12	0.14	0.23
β	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	2.01
R	6	6	7	6	7	8

Op deze locatie zijn 3501 reizigers- en 622 goederentreinen gemeten.

4.37.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-105 Resultaten berekening referentiesituatie

	15, stijf punt			16, midden vloer		
	V	H2	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.02	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.21	0.08	0.06	0.23	0.07	0.07
X (%)	3.18	3.18	6.37	3.18	6.37	12.55
#topX%	17	17	34	17	34	67
μ	-1.67	-2.61	-3.06	-1.58	-2.98	-3.12
σ	0.11	0.12	0.16	0.11	0.17	0.21
β	1.16	1.16	1.54	1.16	1.54	1.86
R	6	6	7	6	8	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

4.37.4. Plansituatie

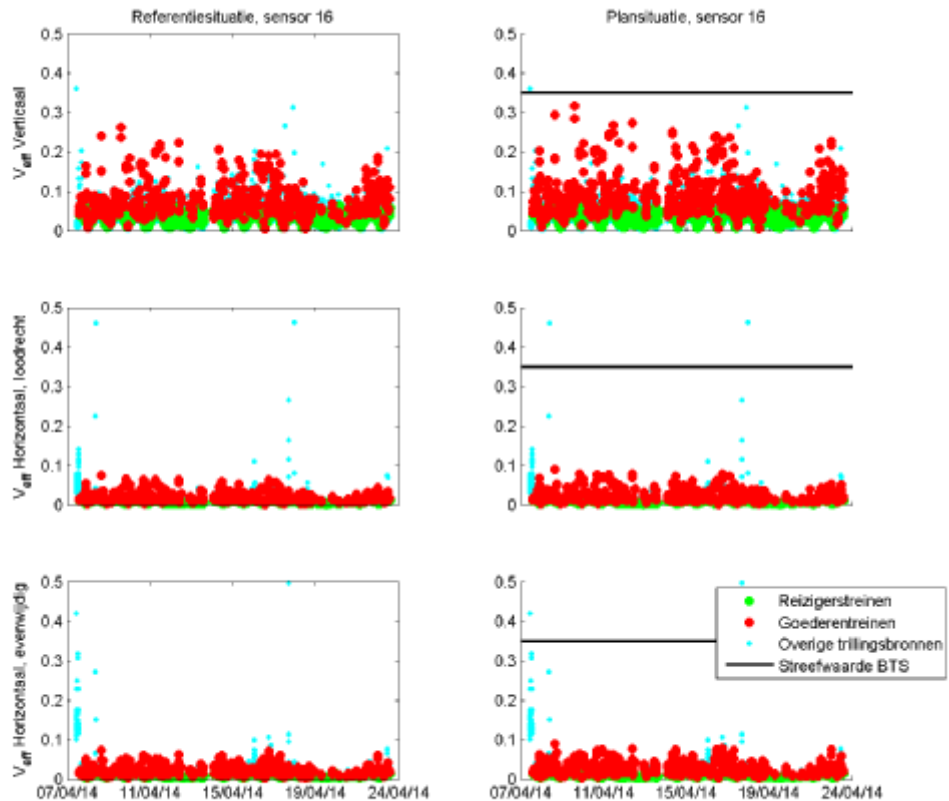
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-106. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-106 Resultaten berekening plansituatie

	15, stijf punt			16, midden vloer		
	V	H2	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.02	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.26	0.10	0.07	0.28	0.08	0.08
X (%)	3.28	3.28	50.00	12.62	6.39	12.62
#topX%	20	20	305	77	39	77
μ	-1.49	-2.40	-3.52	-1.65	-2.79	-2.92
σ	0.11	0.10	0.35	0.19	0.16	0.20
β	1.25	1.25	2.45	1.92	1.61	1.92
R	6	5	8	7	7	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.18. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 16, is weergegeven in Figuur 4-114. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-114 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.37.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (minder dan 30 procent toename). De beperkte toename wordt vooral veroorzaakt door de hogere rijksnelheid van goederentreinen, het verwijderen van de wissels heeft een positief effect op de trillingssterkte.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen is niet nodig voor deze locatie.

4.38 Katreinetoren

De meetlocatie Katreinetoren is een gebouw met de functie *kantoor*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-115.



Figuur 4-115 Gevel Katreinetoren (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een eendimensionale trillingssensor (1-2) op een stijf punt op de veertiende verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (1-1) in het midden van het vloerveld van een kamer aan de spoorzijde van het gebouw, op de veertiende verdieping.

4.38.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out, er wordt een groot aantal wissels verwijderd in de meest dichtbij gelegen sporen. Ook de spoorligging van een aantal sporen wordt aangepast, zo rijdt er geen doorgaand treinverkeer meer over spoor 4, het meest dichtbij gelegen spoor;
2. Gewijzigde rijksnelheid van met name goederentreinen, reizigerstreinen halteren op het station;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

In de situatie van de metingen was de sporenlay-out al deels gewijzigd. De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-116. In Figuur 4-115 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-116 Meetlocatie Katreinnetoren in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.38.2. Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-107. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-107 Meetresultaten

	1-2, stijf punt	1-1, midden vloer		
	V	H1	H2	V
V_{max}	0.34	0.10	0.06	0.36
X (%)	6.33	50.12	6.33	6.33
#topX%	26	206	26	26
μ	-1.51	-2.82	-2.96	-1.49
σ	0.23	0.23	0.12	0.23
β	1.40	2.31	1.40	1.40
R	11	6	6	11

Op deze locatie zijn 5250 reizigers- en 772 goederentreinen gemeten.

4.38.3. Referentiesituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de referentiesituatie en de situatie van de metingen, is een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de referentiesituatie. Per trein wordt een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset worden vervolgens conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

Tabel 4-108 Resultaten berekening referentiesituatie

	1-2, stijf punt	1-1, midden vloer		
	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.02	<0.01	<0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.35	0.10	0.06	0.36
X (%)	6.27	50.13	6.27	6.27
#topX%	25	200	25	25
μ	-1.49	-2.80	-2.94	-1.47
σ	0.23	0.22	0.12	0.24
β	1.38	2.30	1.38	1.38
R	11	6	6	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15

4.38.4. Plansituatie

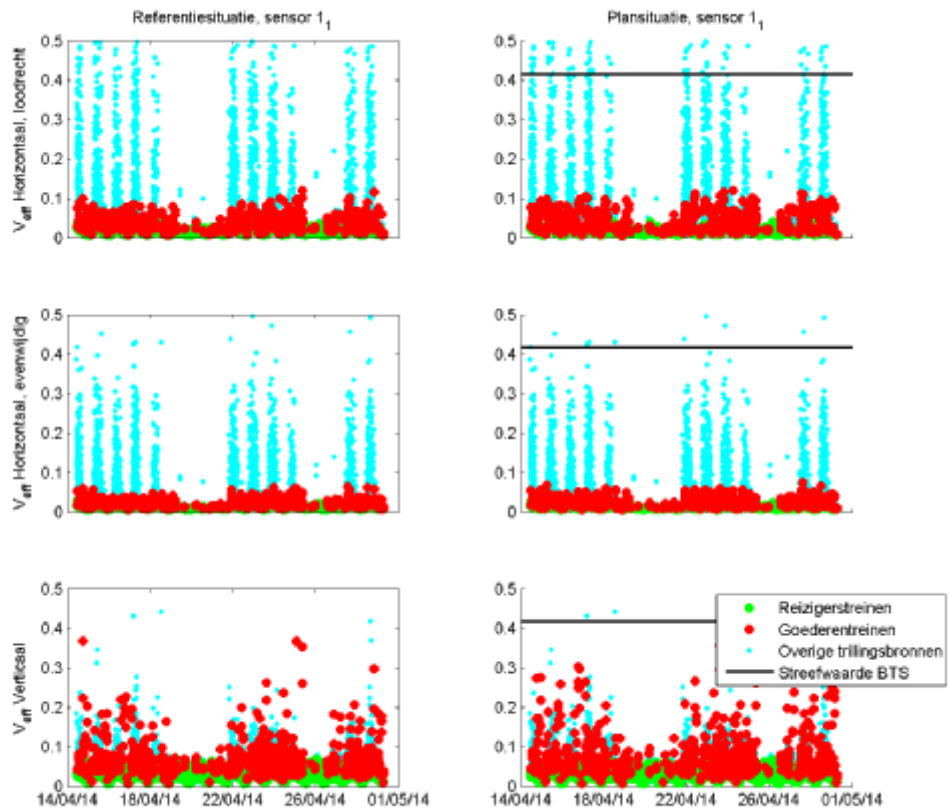
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Ook hier is per trein een individuele berekening gemaakt. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-109. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-109 Resultaten berekening plansituatie

	1-2, stijf punt	1-1, midden vloer		
	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.02	<0.01	<0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.30	0.12	0.06	0.30
X (%)	50.00	50.00	6.25	50.00
#topX%	200	200	25	200
μ	-2.10	-2.65	-2.88	-2.06
σ	0.39	0.22	0.09	0.38
β	2.30	2.30	1.38	2.30
R	10	5	4	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.09. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 1-1, is weergegeven in Figuur 4-117. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-117 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.38.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (minder dan 30 procent toename). De beperkte toename wordt vooral veroorzaakt door de hogere rijksnelheid van goederentreinen, het verwijderen van de wissels heeft een positief effect op de trillingssterkte.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen is niet nodig voor deze locatie.

4.39 Leidseveer 10

De meetlocatie Leidseveer 10 is een gebouw met de functie *kantoor*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-118.



Figuur 4-118 Gevel Leidseveer 10 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een tweedimensionale trillingssensor (3-2) op een stijf punt op de vierde verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (3-1) in het midden van het vloerveld op de vierde verdieping.

4.39.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out, er wordt een groot aantal wissels verwijderd in de verder weggelegen sporen. Ook de spoorligging van een aantal sporen wordt aangepast;
2. Gewijzigde rijnsnelheid van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-119. In Figuur 4-118 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-119 Meetlocatie Leidseveer 10 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.39.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-110. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-110 Resultaten referentiesituatie

	3-1, midden vloer			3-2, stijf punt	
	H1	H2	V	V	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.02	0.02	0.01
$V_{per, avond}$	0.00	<0.01	0.02	0.02	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	0.02	0.01
V_{max}	0.23	0.12	0.29	0.34	0.26
X (%)	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59
#topX%	33	33	33	33	33
μ	-1.92	-2.35	-1.45	-1.29	-1.81
σ	0.24	0.16	0.14	0.15	0.24
β	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
R	11	7	6	7	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Op deze locatie zijn 7820 reizigers- en 989 goederentreinen gemeten.

4.39.3. Plansituatie

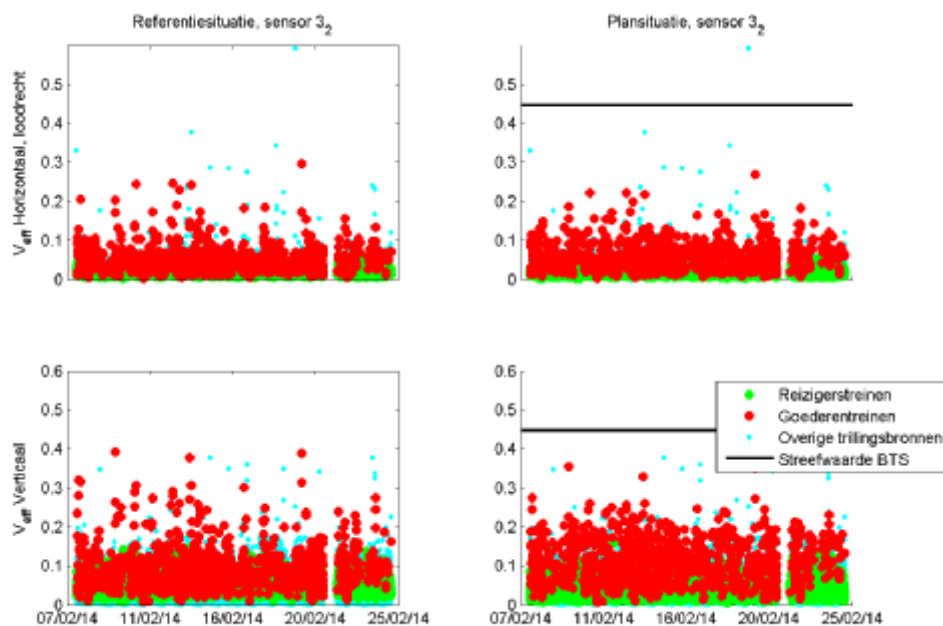
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-111. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-111 Resultaten berekening plansituatie

	3-1, midden vloer			3-2, stijf punt	
	H1	H2	V	V	H1
$V_{per, dag}$	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01
$V_{per, avond}$	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01
V_{max}	0.17	0.13	0.24	0.28	0.19
X (%)	50.00	50.00	25.03	50.00	50.00
#topX%	979	979	490	979	979
μ	-3.01	-3.32	-2.00	-2.17	-2.91
σ	0.44	0.46	0.22	0.32	0.43
β	2.83	2.83	2.60	2.83	2.83
R	6	6	4	4	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 0.81. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 3-2, is weergegeven in Figuur 4-120. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-120 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.39.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie af ten opzichte van de referentiesituatie. Deze afname wordt met name veroorzaakt door het verwijderen van de wissels. De toename in rijnsnelheid van de treinen wordt hierdoor voldoende gecompenseerd. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen is daarom niet nodig voor deze locatie.

4.40 Daalseplein 101

De meetlocatie Daalseplein 101 is een gebouw met de functie *kantoor*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-121.



Figuur 4-121 Gevel Daalseplein 101 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een eendimensionale trillingssensor (2-2) op een stijf punt op de vijfde verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (2-1) in het midden van het vloerveld op de vijfde verdieping.

4.40.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out, er wordt een groot aantal wissels verwijderd in de verder weggelegen sporen. Ook de spoorligging van een aantal sporen wordt aangepast;
2. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-122. In Figuur 4-121 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-122 Meetlocatie Daalseplein 101 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.40.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-112. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-112 Resultaten referentiesituatie

	2-1, midden vloer			2-2, stijf punt
	V	H2	H1	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	0.03	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
V_{max}	0.10	0.13	0.27	0.15
X (%)	12.56	12.56	25	12.56
#topX%	107	107	213	107
μ	-2.48	-2.16	-1.65	-2.12
σ	0.12	0.12	0.21	0.20
β	1.21	1.21	1.58	1.21
R	3	3	4	4
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15

Op deze locatie zijn 43175 reizigers- en 5743 goederentreinen gemeten.

4.40.3. Plansituatie

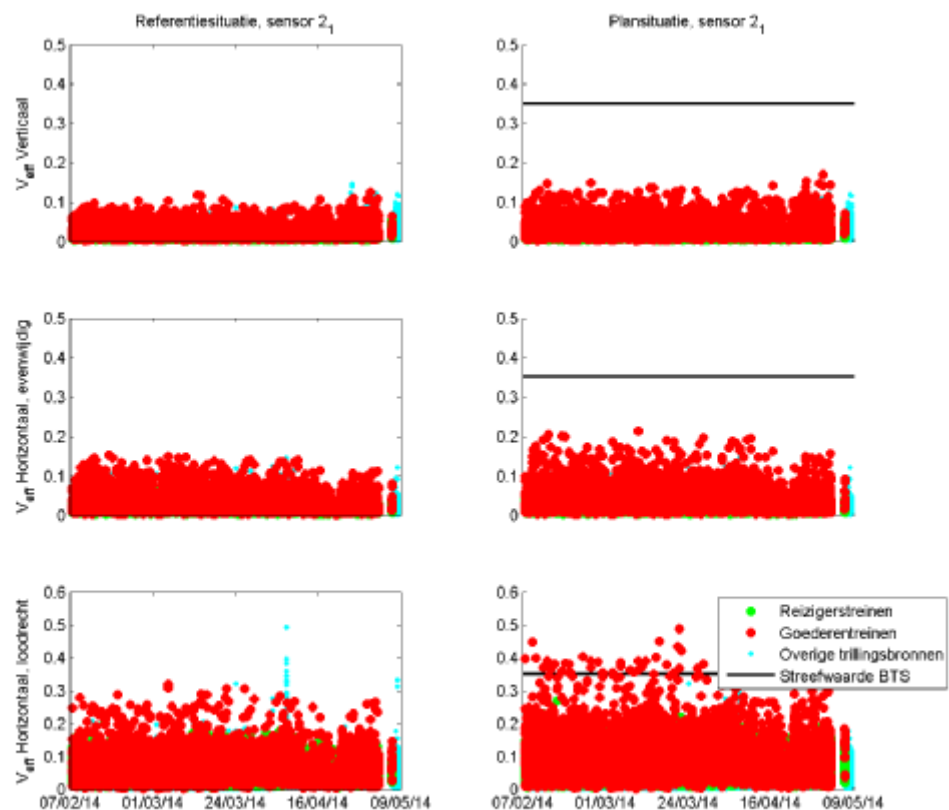
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-113. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-113 Resultaten berekening plansituatie

	2-1, midden vloer			2-2, stijf punt
	V	H2	H1	V
$V_{per, dag}$	<0.01	0.01	0.06	0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	0.01	0.06	0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	0.03	<0.01
V_{max}	0.13	0.18	0.40	0.21
X (%)	6.29	6.29	6.29	6.29
#topX%	116	116	116	116
μ	-2.20	-1.89	-1.08	-1.86
σ	0.13	0.13	0.14	0.23
β	1.26	1.26	1.26	1.26
R	3	3	3	5
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.49. De trillingssterkte neemt voelbaar toe op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 2-1, is weergegeven in Figuur 4-123. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-123 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.40.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie voelbaar toe ten opzichte van de

referentiesituatie (meer dan 30 procent toename). Deze toename wordt met name veroorzaakt door de hogere rijnsnelheid van de goederentreinen. Het verwijderen van de wissels compenseert deze toename onvoldoende.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Gezien de overschrijdingen van de grenswaarden dienen voor deze locatie maatregelen te worden ontworpen en afgewogen op doelmatigheid.

4.41 Wolfstraat 100

De meetlocatie Wolfstraat 100 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-124.



Figuur 4-124 Gevel Wolfstraat 100 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

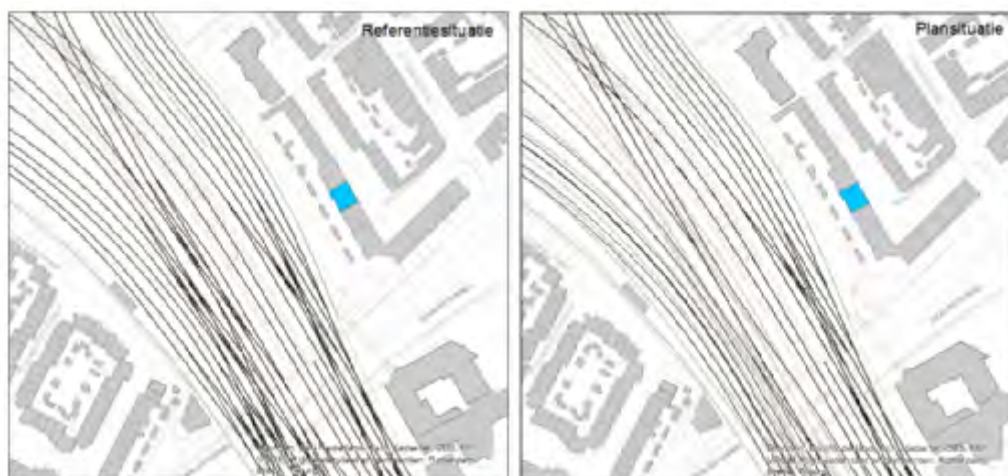
1. Een driedimensionale trillingssensor (22) op een stijf punt op de tweede verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (10) in het midden van het vloerveld op de tweede verdieping.

4.41.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out, er wordt een groot aantal wissels verwijderd in de verder weggelegen sporen. Ook de spoorligging van een aantal sporen wordt aangepast;
2. Gewijzigde rijnsnelheid van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-125. In Figuur 4-124 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-125 Meetlocatie Wolfstraat 100 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.41.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-114. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-114 Resultaten referentiesituatie

	22, stijf punt			10, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.24	0.11	0.23	0.23	0.08	0.19
X (%)	3.16	1.61	3.16	1.61	3.16	3.16
#topX%	49	25	49	25	49	49
μ	-1.99	-2.52	-2.02	-1.72	-2.92	-2.23
σ	0.27	0.19	0.26	0.17	0.23	0.26
β	1.77	1.44	1.77	1.44	1.77	1.77
R	11	10	11	8	10	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 9018 reizigers- en 513 goederentreinen gemeten.

4.41.3. Plansituatie

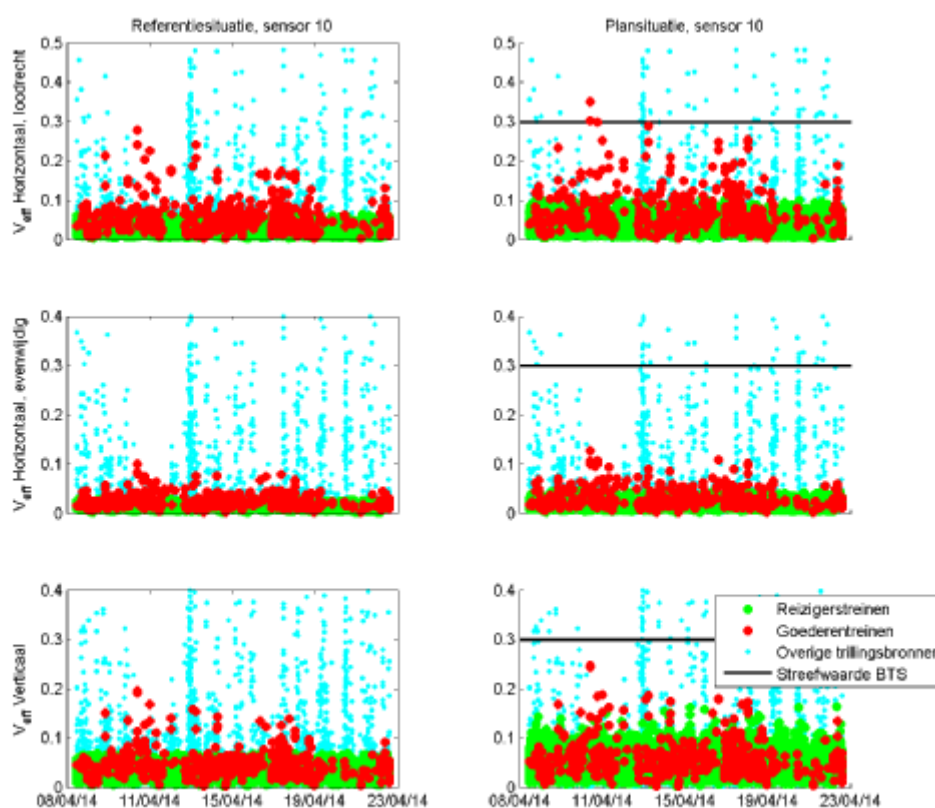
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-115. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-115 Resultaten berekening plansituatie

	22, stijf punt			10, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.02	0.02	<0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.26	0.14	0.25	0.30	0.11	0.19
X (%)	0.42	0.42	1.58	0.42	0.81	3.14
#topX%	16	16	61	16	31	121
μ	-1.49	-2.16	-1.83	-1.39	-2.52	-2.07
σ	0.13	0.15	0.24	0.16	0.20	0.19
β	1.19	1.19	1.87	1.19	1.55	2.15
R	7	9	9	9	10	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.30. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 10, is weergegeven in Figuur 4-126. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-126 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.41.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de

referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). De toename wordt met name veroorzaakt door de hogere rijksnelheid van goederentreinen.
De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen is daarom niet nodig voor deze locatie.

4.42 Spijkerstraat 26

De meetlocatie Spijkerstraat 26 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-127.



Figuur 4-127 Gevel Spijkerstraat 26 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (18) op een stijf punt op de tweede verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (7) in het midden van het vloerveld op de tweede verdieping.

4.42.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out, de wijzigingen op deze locatie zijn beperkt tot enkele minimale spoorverleggingen bij de verder weggelegen sporen;
2. Gewijzigde rijksnelheid van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-128. In Figuur 4-127 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-128 Meetlocatie Spijkerstraat 26 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.42.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-116. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-116 Resultaten referentiesituatie

	18, stijf punt			7, midden vloerveld		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
$V_{per, avond}$	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
V_{max}	0.33	0.24	0.36	0.28	0.20	0.39
X (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	1.59	0.81
#topX%	19	19	19	19	37	19
μ	-1.46	-1.64	-1.40	-1.65	-1.98	-1.33
σ	0.20	0.16	0.21	0.20	0.22	0.21
β	1.30	1.30	1.30	1.30	1.65	1.30
R	11	9	11	11	10	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 9039 reizigers- en 710 goederentreinen gemeten.

4.42.3. Plansituatie

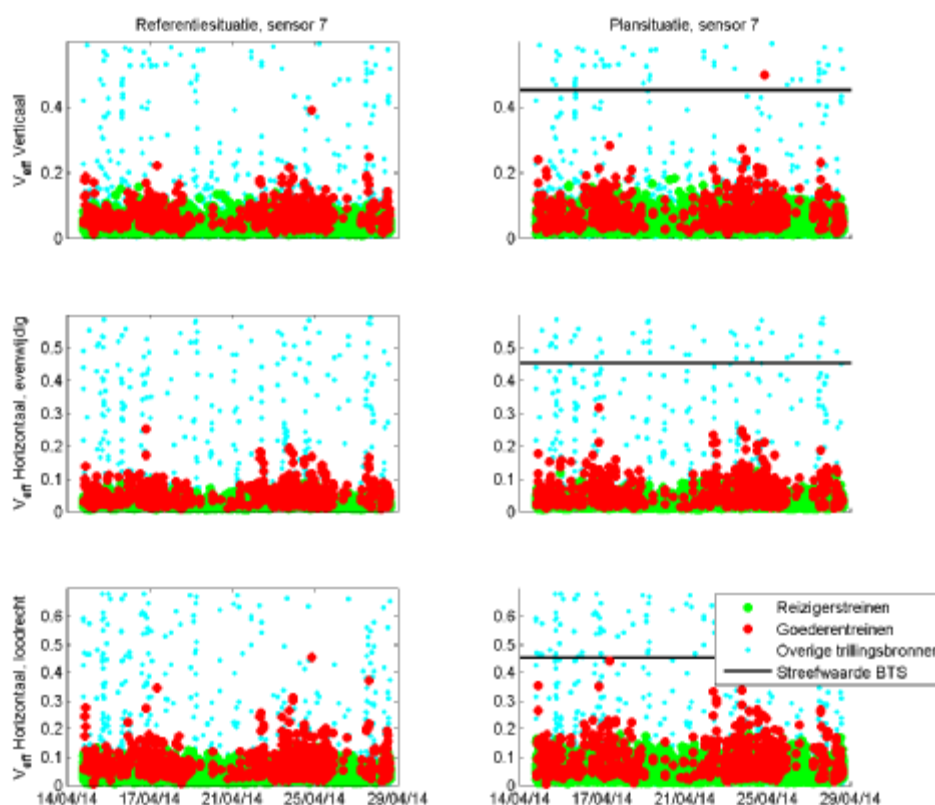
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-117. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-117 Resultaten berekening plansituatie

	18, stijf punt			7, midden vloerveld		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03
$V_{per, avond}$	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03
$V_{per, nacht}$	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02
V_{max}	0.42	0.30	0.44	0.28	0.25	0.48
X (%)	0.39	0.39	0.39	0.78	0.39	0.39
#topX%	17	17	17	34	17	17
μ	-1.28	-1.41	-1.20	-1.60	-1.57	-1.13
σ	0.23	0.17	0.22	0.21	0.16	0.22
β	1.24	1.24	1.24	1.61	1.24	1.24
R	12	9	12	10	9	12
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.43. De trillingssterkte neemt niet voelbaar toe, maar door de hoge R -waarde is een overschrijding niet uit te sluiten. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 7, is weergegeven in Figuur 4-129. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



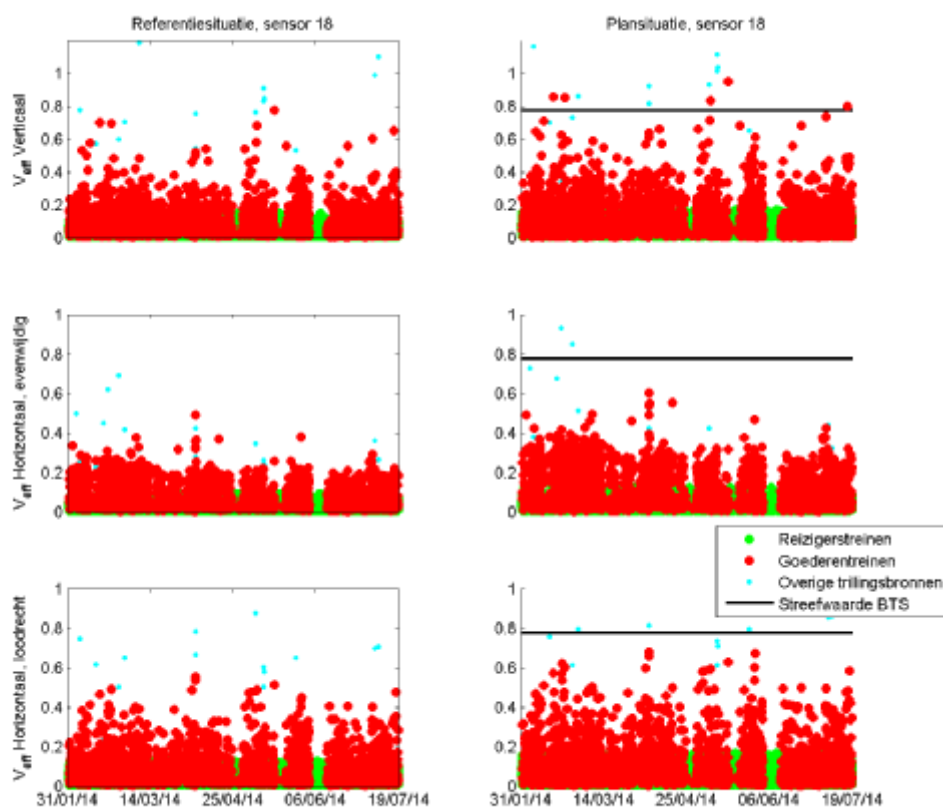
Figuur 4-129 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.42.4. Vervolgonderzoek

Op deze locatie kan, conform de naverwerkingsmethode uit het memo van Level Acoustics, een overschrijding niet worden uitgesloten. Daarom is de dataset aangevuld met goederentreinen vanaf een andere locatie, zie ook Bijlage V. Een overzicht van de meetwaarden voor sensor 7 is weergegeven in Figuur 4-130.

Duidelijk zichtbaar in de figuur is de variatie in trillingssterkte van de goederentreinen. Deze spreiding wordt veroorzaakt door enkele sterk afwijkende treinen in de richting Amsterdam. In de figuur is verder zichtbaar dat de trillingssterkte van de meeste goederentreinen toeneemt, maar dat de toename beperkt is. Het project leidt op deze locatie dan ook tot een niet-voelbare toename in trillingssterkte. De Q -waarde van de aangevulde dataset bedraagt 1.23

De maximale trillingssterkte uit de aangevulde dataset is wel hoger dan die van de meting. Deels komt dit door de langere meetduur, deels kan dit komen door de grotere spreiding die inherent is aan de gevolgde methodiek. Doordat deze spreiding voorkomt in zowel de referentie- als de plansituatie, is de invloed hiervan op de toename in trillingssterkte, waarop in de BTS getoetst wordt, echter beperkt.



Figuur 4-130 Aangevulde dataset met meetwaarden voor sensor 18

4.42.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). Door de hoge R -waarde, veroorzaakt door enkele sterk afwijkende passages van goederentreinen, is een

overschrijding echter niet uit te sluiten. Om de onzekerheid op deze locatie te reduceren, is de dataset van de meting daarom aangevuld met meetdata van goederentreinen vanaf een andere meetlocatie. Hieruit volgt dat een overschrijding van het beoordelingskader onwaarschijnlijk is op deze locatie.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie ook lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.43 Turfstraat 39

De meetlocatie Turfstraat 39 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-131.



Figuur 4-131 Gevel Turfstraat 39 (appartement op eerste verdieping, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (23) op een stijf punt op de eerste verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (24) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping.

4.43.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-132. In Figuur 4-131 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-132 Meetlocatie Turfstraat 39 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.43.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-118. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-118 Resultaten referentiesituatie

	24, midden vloerveld			23, stijf punt		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.18	0.07	0.17	0.16	0.09	0.16
X (%)	51.52	51.52	51.52	51.52	51.52	51.52
#topX%	17	17	17	17	17	17
μ	-2.37	-3.11	-2.61	-2.37	-2.95	-2.78
σ	0.32	0.20	0.42	0.27	0.26	0.49
β	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
R	19	12	26	16	16	29
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 1907 reizigers- en 202 goederentreinen gemeten.

4.43.3. Plansituatie

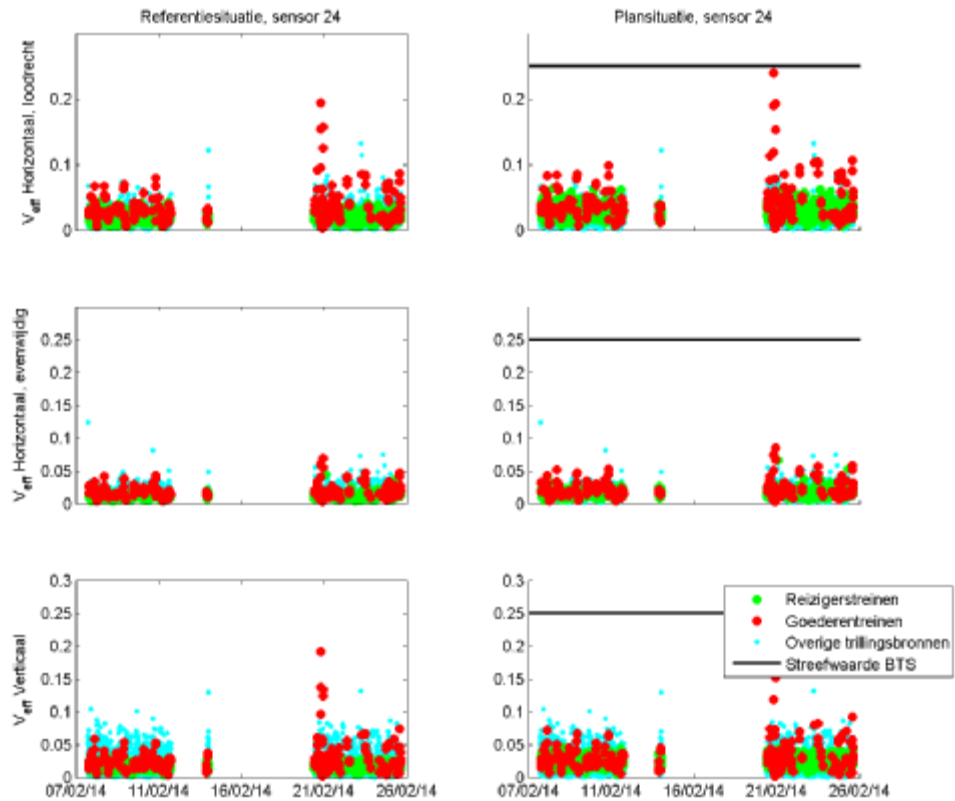
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-119. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-119 Resultaten berekening plansituatie

	24, midden vloerveld			23, stijf punt		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.22	0.08	0.21	0.20	0.11	0.20
X (%)	25.76	25.76	25.76	25.76	25.76	25.76
#topX%	17	17	17	17	17	17
μ	-2.16	-2.88	-2.39	-2.16	-2.72	-2.56
σ	0.32	0.20	0.41	0.26	0.25	0.48
β	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
R	19	12	25	16	15	29
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.57. De trillingssterkte neemt voelbaar toe maar blijft onder de streefwaarde A1 uit de BTS. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 24, is weergegeven in Figuur 4-133. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-133 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.43.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} in de plansituatie neemt voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is groter dan 30 procent), maar is ook in de plansituatie lager dan de streefwaarde A1 uit de BTS.

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.44 Nieuwe Pijlsweerdstraat 23

De meetlocatie Nieuwe Pijlsweerdstraat 23 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-134.



Figuur 4-134 Gevel Nieuwe Pijlsweerdstraat 23 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (20) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (22) in het midden van het vloerveld op de tweede verdieping.

4.44.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-135. In Figuur 4-134 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-135 Meetlocatie Nieuwe Pijlsweerdstraat 23 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.44.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-120. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-120 Resultaten referentiesituatie

	22, midden vloerveld			20, stijf punt		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.23	0.18	0.18	0.09	0.20	0.13
X (%)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
#topX%	22	22	22	22	22	22
μ	-2.09	-2.14	-2.38	-2.62	-2.25	-2.57
σ	0.36	0.24	0.38	0.17	0.37	0.30
β	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31
R	18	12	19	8	19	15
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 5181 reizigers- en 288 goederentreinen gemeten.

4.44.3. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingsituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

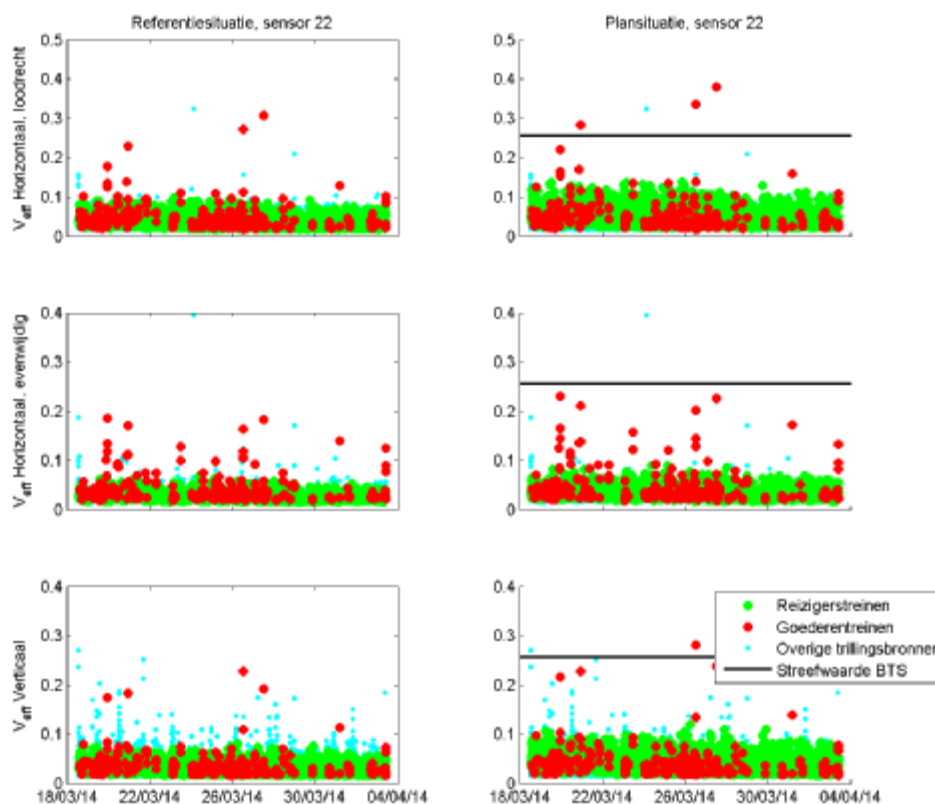
De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-121. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-121 Resultaten berekening plansituatie

	22, midden vloerveld			20, stijf punt		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.14	0.23	0.10	0.11	0.25	0.16
X (%)	50.01	0.40	50.01	0.40	0.40	0.40
#topX%	2735	22	2735	22	22	22
μ	-2.81	-1.96	-2.96	-2.43	-2.01	-2.38
σ	0.27	0.26	0.22	0.18	0.35	0.31
β	3.15	1.31	3.15	1.31	1.31	1.31
R	2	13	2	9	17	15
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.34. De trillingssterkte neemt niet voelbaar toe, hoewel een toename van meer dan 30 procent niet is uit te sluiten door de hoge R -waarde. Ook in de plansituatie is de trillingssterkte echter lager dan de streefwaarde A1 uit de BTS. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 22, is weergegeven in Figuur 4-136. De complete dataset met

de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-136 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.44.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent) en is ook in de plansituatie lager dan de streefwaarde A1 uit de BTS.

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.45 Nieuwe Pijlsweerdstraat 63

De meetlocatie Nieuwe Pijlsweerdstraat 63 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-137.



Figuur 4-137 Gevel Nieuwe Pijlsweerdstraat 63 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een tweedimensionale trillingssensor (3-2) op een stijf punt op de eerste verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (3-1) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping.

4.45.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-138. In Figuur 4-137 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-138 Meetlocatie Nieuwe Pijlsweerdstraat 63 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.45.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-122. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-122 Resultaten referentiesituatie

	3-2, stijf punt		3-1, midden vloer		
	V	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.20	0.22	0.24	0.15	0.17
X (%)	25.53	25.53	25.53	51.06	25.53
#topX%	12	12	12	24	12
μ	-2.23	-2.23	-2.20	-2.78	-2.34
σ	0.28	0.34	0.36	0.37	0.25
β	1.47	1.47	1.47	1.80	1.47
R	21	25	26	22	18
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 1757 reizigers- en 200 goederentreinen gemeten.

4.45.3. Plansituatie

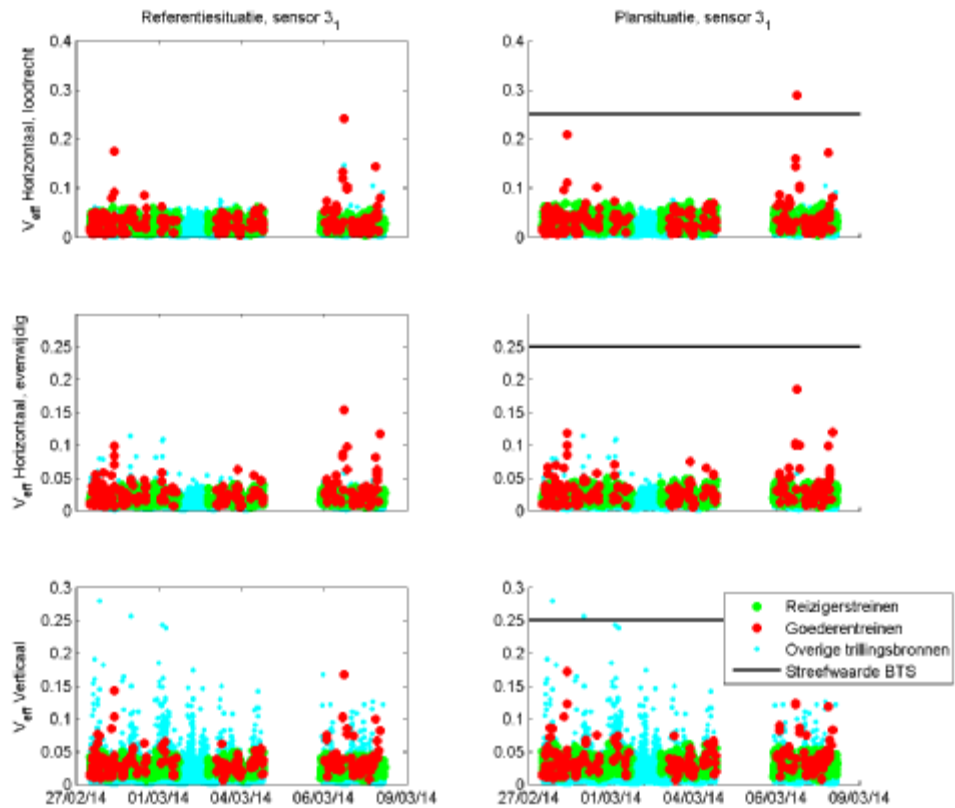
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingsituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-123. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-123 Resultaten berekening plansituatie

	3-2, stijf punt		3-1, midden vloer		
	V	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.26	0.26	0.28	0.16	0.21
X (%)	6.56	13.11	13.11	25.41	6.56
#topX%	8	16	16	31	8
μ	-1.95	-2.23	-2.19	-2.67	-2.06
σ	0.30	0.40	0.42	0.34	0.26
β	1.24	1.61	1.61	1.91	1.24
R	24	27	28	19	21
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.60. De trillingssterkte neemt niet voelbaar toe, hoewel een toename van meer dan 30 procent niet is uit te sluiten door de hoge R -waarde. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 3-1, is weergegeven in Figuur 4-139. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-139 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.45.4. Vervolgonderzoek

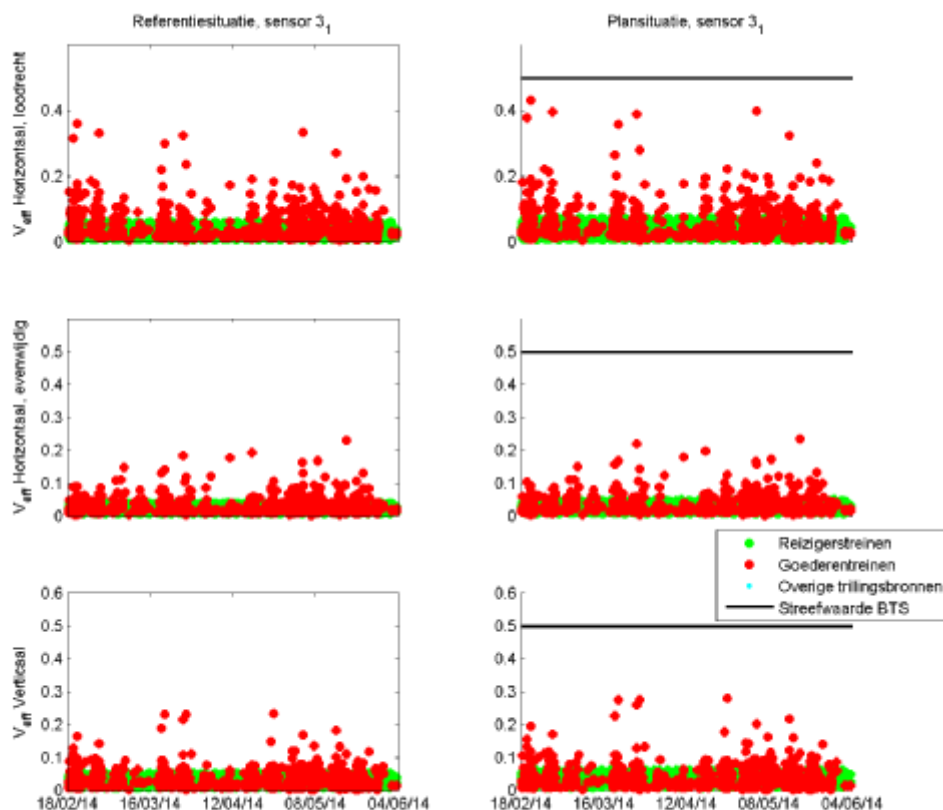
Op deze locatie kan, conform de naverwerkingsmethode uit het memo van Level Acoustics, een overschrijding niet worden uitgesloten. Daarom is de dataset aangevuld met goederentreinen vanaf de locatie Oudenoord 700, zie ook Bijlage V. Een overzicht van de meetwaarden voor sensor 3_1 is weergegeven in Figuur 4-140.

Opvallend is het incidentele karakter van de goederentreinen. In sommige weken passeren er geen zware goederentreinen, waardoor de trillingssterkte in die betreffende week laag is, hierdoor is de variatie in trillingssterkte over de beschouwde weken groot. Ook het aantal goederentreinen dat per week passeert varieert sterk. Door deze grote variatie in aantal en zwaarte van goederentreinen kan nog steeds geen goed reproduceerbare V_{max} worden vastgelegd, wanneer deze wordt berekend conform het memo van Level Acoustics. Het bepalen van de trillingssterkte V_{max} met behulp van het memo van Level Acoustics leidt op deze locatie inherent tot een hoge R -waarde. Het memo van Level Acoustics impliceert bij een R -waarde die groter is dan 10, dat de trillingssterkte V_{max} een grote mate van onzekerheid kent. Bij deze specifieke locatie wordt deze statistische onzekerheid echter voornamelijk gecreëerd door het geringe aantal zware goederentreinen dat per week passeert. Hierdoor ontstaat, ook bij een zeer lange meetduur, een hoge R -waarde. De bepalingsmethode uit het memo van Level Acoustics is bedoeld om een betrouwbare V_{max} per week vast te stellen, dat is bij dit project door het geringe aantal passerende goederentreinen lastig. Het vaststellen van

een betrouwbare V_{max} over de periode van enkele maanden is echter wel mogelijk.

Verder valt op dat de trillingssterkte van de goederentreinen licht toeneemt. Alle treinen hebben in de plansituatie een trillingssterkte die lager is dan de grenswaarde uit de BTS: er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Het project leidt tot een geringe, niet-voelbare toename in trillingssterkte. Echter, door de grote variatie in trillingssterkte van de goederentreinen, is de R -waarde ook na het aanvullen van de dataset nog groter dan 10 procent, waardoor een toename van meer dan 30 procent in trillingssterkte niet kan worden uitgesloten bij het toepassen van de naverwerkingsmethode zoals omschreven in de memo van Level Acoustics.

Uit de berekeningen voor de plansituatie volgt echter dat er gedurende vier maanden geen treinen zijn die boven de streefwaarde uit de BTS uitkomen. De treinen met de hoogste trillingssterkte in de plansituatie hebben allen nog een marge tot de grenswaarde. Gezien de lange beoordelingsperiode van vier maanden kan daarom worden gesteld dat de kans op een overschrijding in de plansituatie erg klein is.



Figuur 4-140 Aangevulde dataset met meetwaarden voor sensor 3_1

4.45.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). Door de hoge R -waarde, veroorzaakt door enkele goederentreinen met sterk afwijkende trillingssterktes, is een overschrijding echter niet uit te sluiten. Om de onzekerheid op deze locatie te reduceren, is de dataset op deze locatie aangevuld met meetdata van goederentreinen

vanaf een andere locatie. Hieruit volgt dat een overschrijding van het beoordelingskader onwaarschijnlijk is op deze locatie.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie ook lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.46 Nieuwe Pijlsweerdstraat 83

De meetlocatie Nieuwe Pijlsweerdstraat 83 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-142.



Figuur 4-141 Gevel Nieuwe Pijlsweerdstraat 83 (appartement op bovenste verdieping, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een tweedimensionale trillingssensor (1-2) op een stijf punt op de tweede verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (1-1) in het midden van het vloerveld op de tweede verdieping.

4.46.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-142. In Figuur 4-141 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-142 Meetlocatie Nieuwe Pijlsweerdstraat 83 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.46.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-124. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-124 Resultaten referentiesituatie

	1-2, stijf punt		1-1, midden vloer		
	V	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
V_{max}	0.21	0.15	0.12	0.33	0.14
X (%)	25.33	25.33	25.33	25.33	25.33
#topX%	19	19	19	19	19
μ	-2.08	-2.34	-2.56	-1.67	-2.43
σ	0.28	0.24	0.24	0.31	0.26
β	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
R	15	13	13	16	14
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 3149 reizigers- en 349 goederentreinen gemeten.

4.46.3. Plansituatie

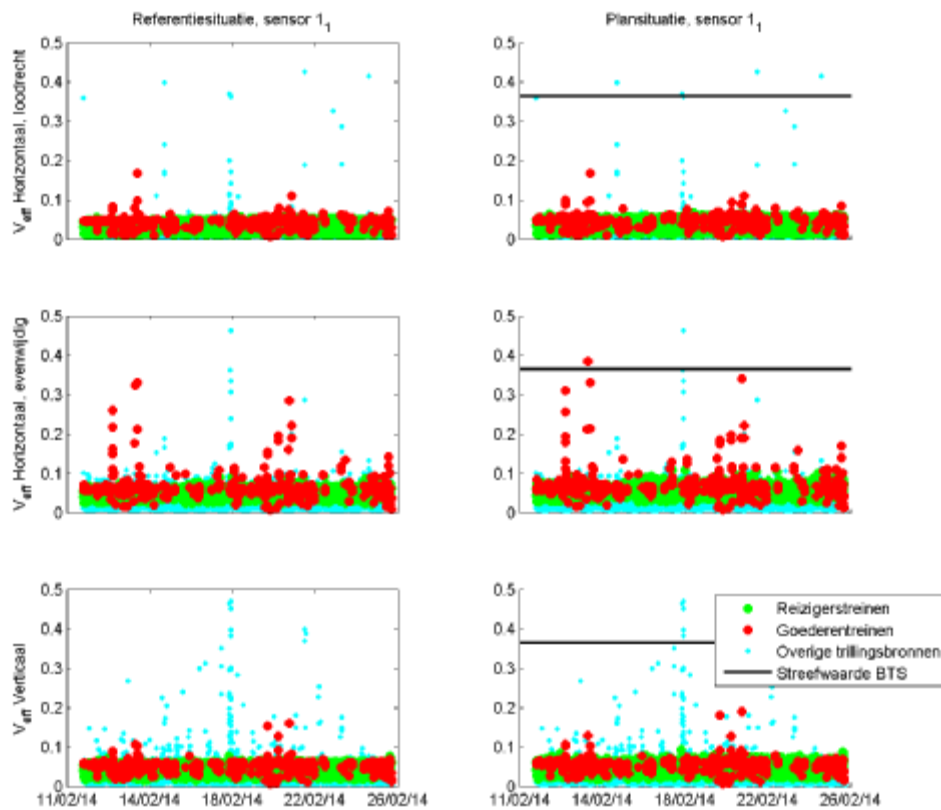
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingsituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-125. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-125 Resultaten berekening plansituatie

	1-2, stijf punt		1-1, midden vloer		
	V	H1	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
V_{max}	0.22	0.15	0.13	0.35	0.16
X (%)	12.50	50.00	12.50	12.50	12.50
#topX%	18	72	18	18	18
μ	-1.92	-2.65	-2.42	-1.52	-2.30
σ	0.24	0.34	0.20	0.27	0.27
β	1.27	1.95	1.27	1.27	1.27
R	13	12	11	14	14
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.34. De trillingssterkte neemt niet voelbaar toe, hoewel een toename van meer dan 30 procent niet is uit te sluiten door de hoge R -waarde. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 1-1, is weergegeven in Figuur 4-143. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-143 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.46.4. Vervolgonderzoek

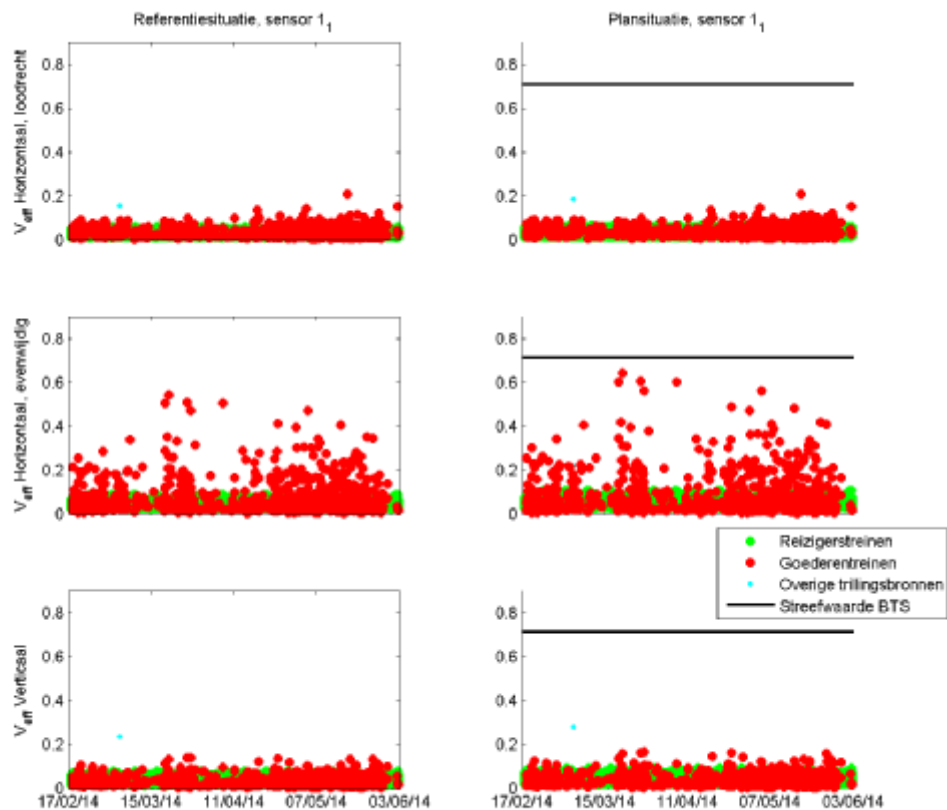
Op deze locatie kan, conform de naverwerkingsmethode uit het memo van Level Acoustics, een overschrijding niet worden uitgesloten. Daarom is de dataset aangevuld met goederentreinen vanaf de locatie Oudenoord 700, zie ook Bijlage V. Een overzicht van de meetwaarden voor sensor 1_1 is weergegeven in Figuur 4-144.

Opvallend is het incidentele karakter van de goederentreinen. In sommige weken passeren er geen zware goederentreinen, waardoor de trillingssterkte in die betreffende week laag is, hierdoor is de variatie in trillingssterkte over de beschouwde weken groot. Ook het aantal goederentreinen dat per week passeert varieert sterk. Door deze grote variatie in aantal en zwaarte van goederentreinen kan nog steeds geen goed reproduceerbare V_{max} worden vastgelegd, wanneer deze wordt berekend conform het memo van Level Acoustics. Het bepalen van de trillingssterkte V_{max} met behulp van het memo van Level Acoustics leidt op deze locatie inherent tot een hoge R -waarde. Het memo van Level Acoustics impliceert bij een R -waarde die groter is dan 10, dat de trillingssterkte V_{max} een grote mate van onzekerheid kent. Bij deze specifieke locatie wordt deze statistische onzekerheid echter voornamelijk gecreëerd door het geringe aantal zware goederentreinen dat per week passeert. Hierdoor ontstaat, ook bij een zeer lange meetduur, een hoge R -waarde. De bepalingsmethode uit het memo van Level Acoustics is bedoeld om een betrouwbare V_{max} per week vast te stellen, dat is bij dit project door het geringe aantal passerende goederentreinen lastig. Het vaststellen van

een betrouwbare V_{max} over de periode van enkele maanden is echter wel mogelijk.

Verder valt op dat de trillingssterkte van de goederentreinen licht toeneemt. Alle treinen hebben in de plansituatie een trillingssterkte die lager is dan de grenswaarde uit de BTS: er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Het project leidt tot een geringe, niet-voelbare toename in trillingssterkte. Echter, door de grote variatie in trillingssterkte van de goederentreinen, is de R -waarde ook na het aanvullen van de dataset nog groter dan 10 procent, waardoor een toename van meer dan 30 procent in trillingssterkte niet kan worden uitgesloten bij het toepassen van de naverwerkingsmethode zoals omschreven in de memo van Level Acoustics.

Uit de berekeningen voor de plansituatie volgt echter dat er gedurende vier maanden geen treinen zijn die boven de streefwaarde uit de BTS uitkomen. De treinen met de hoogste trillingssterkte in de plansituatie hebben allen nog een marge tot de grenswaarde. Gezien de lange beoordelingsperiode van vier maanden kan daarom worden gesteld dat de kans op een overschrijding in de plansituatie erg klein is.



Figuur 4-144 Aangevulde dataset met meetwaarden voor sensor 1_1

4.46.5. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). Door de hoge R -waarde, veroorzaakt door enkele goederentreinen met sterk afwijkende trillingssterktes, is een overschrijding echter niet uit te sluiten. Om de onzekerheid op deze locatie te reduceren, is de dataset aangevuld met meetdata van goederentreinen op een andere

locatie. Hieruit volgt dat een overschrijding van het beoordelingskader onwaarschijnlijk is op deze locatie.

De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie ook lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.47 Oudenoord 700

De meetlocatie Oudenoord 700 heeft de bestemming *onderwijs*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-145.



Figuur 4-145 Gevel Oudenoord 700 (figuur links, meetlocatie bevindt zich aan rechterzijde van het gebouw) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

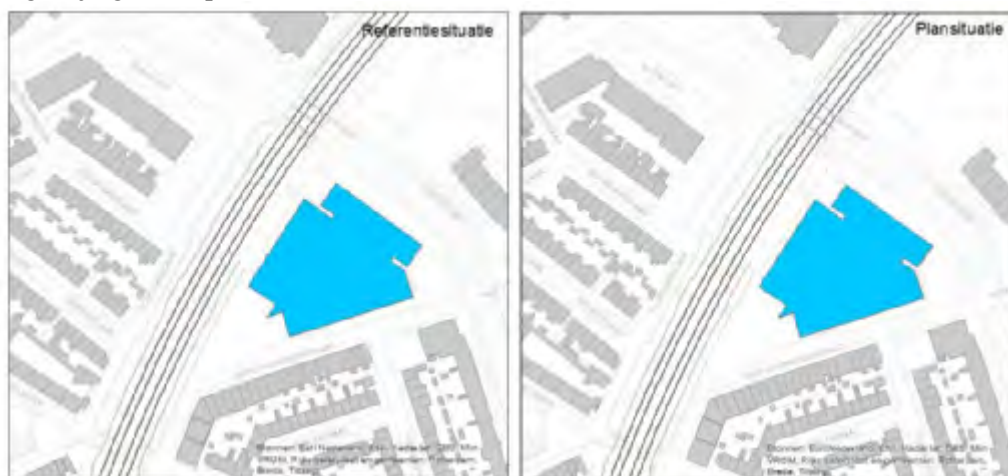
1. Een driedimensionale trillingssensor (6) op een stijf punt op de eerste verdieping in lokaal H0.65;
2. Een driedimensionale trillingssensor (5) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping in lokaal H0.65.

4.47.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-146. In Figuur 4-145 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-146 Meetlocatie Oudenoord 700 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.47.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-126. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-126 Resultaten referentiesituatie

	6, stijf punt			5, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.06	0.03	0.16	0.05	0.05	0.23
X (%)	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13
#topX%	165	165	165	165	165	165
μ	-3.21	-3.82	-2.18	-3.40	-3.43	-1.66
σ	0.27	0.24	0.24	0.26	0.25	0.15
β	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
R	5	4	4	5	5	3
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Op deze locatie zijn 28356 reizigers- en 1964 goederentreinen gemeten.

4.47.3. Plansituatie

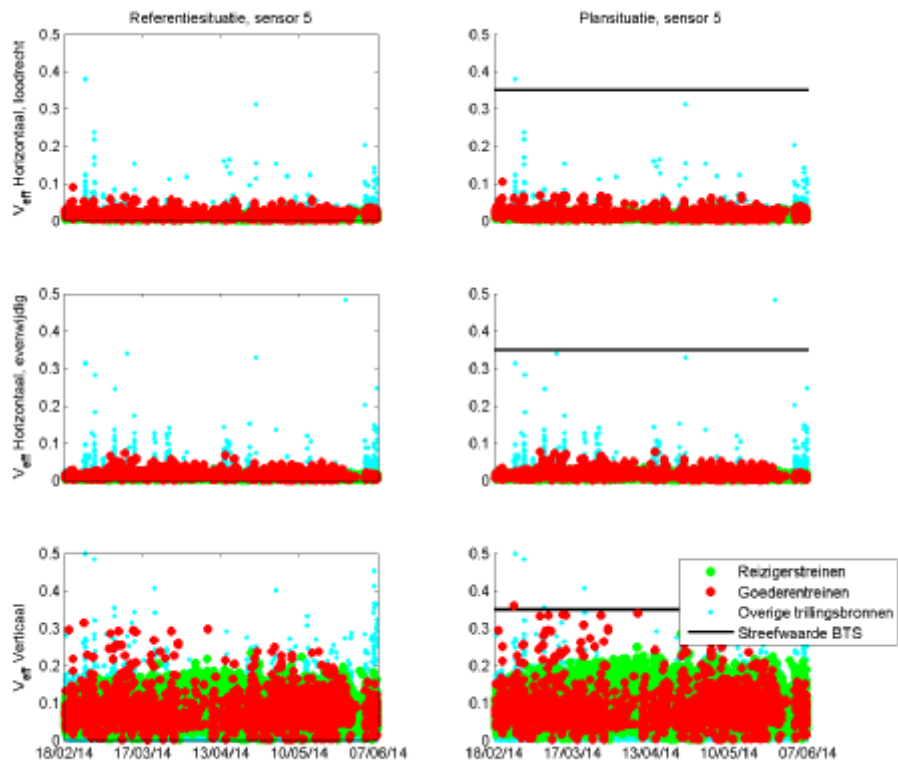
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-127. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-127 Resultaten berekening plansituatie

	6, stijf punt			5, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.03
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.03
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.07	0.04	0.18	0.05	0.05	0.27
X (%)	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
#topX%	137	137	137	137	137	137
μ	-3.03	-3.64	-1.99	-3.23	-3.25	-1.48
σ	0.26	0.24	0.23	0.26	0.24	0.14
β	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
R	5	5	4	5	5	3
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.17. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 5, is weergegeven in Figuur 4-147. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-147 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.47.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent).

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.48 Leliestraat 55

De meetlocatie Leliestraat 55 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-148.



Figuur 4-148 Gevel Leliestraat 55 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (24) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (9) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping.

4.48.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-149. In Figuur 4-148 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-149 Meetlocatie Leliestraat 55 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.48.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-128. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-128 Resultaten referentiesituatie

	24, stijf punt			9, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.01	0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01
V_{max}	0.22	0.16	0.14	0.39	0.38	0.32
X (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
#topX%	30	30	30	30	30	30
μ	-1.86	-2.35	-2.50	-1.26	-1.47	-1.73
σ	0.22	0.26	0.26	0.20	0.25	0.30
β	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
R	10	12	12	9	12	14
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 3491 reizigers- en 373 goederentreinen gemeten.

4.48.3. Plansituatie

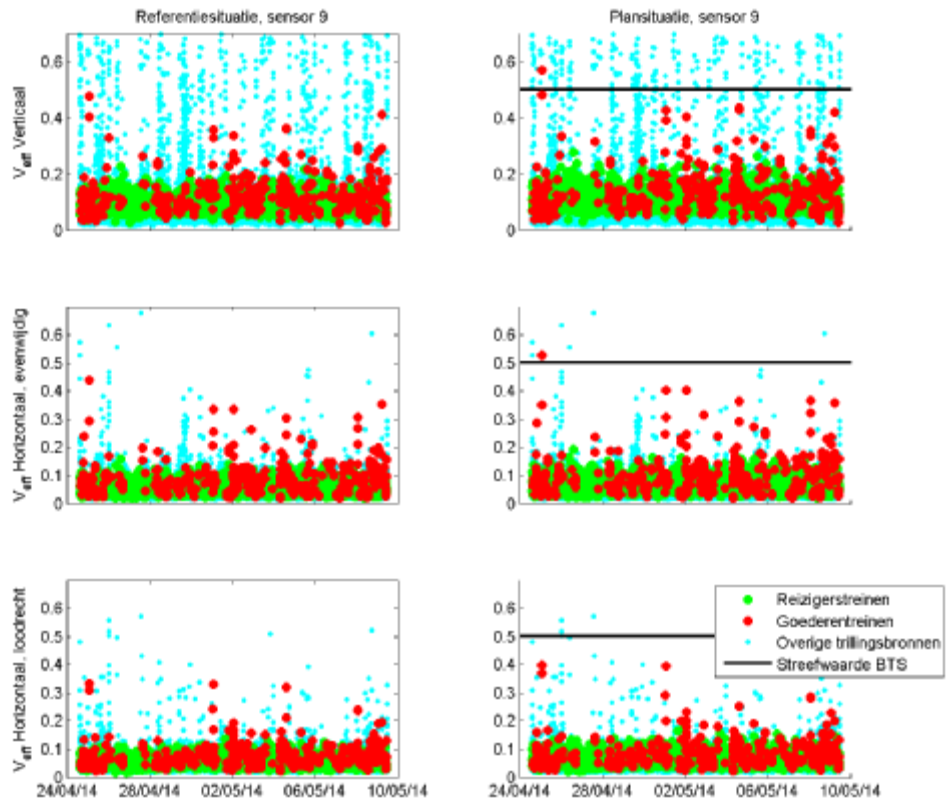
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-129. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-129 Resultaten berekening plansituatie

	24, stijf punt			9, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	<0.01	0.05	0.02	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.02	0.01
$V_{per, nacht}$	0.00	<0.01	<0.01	0.02	0.01	0.01
V_{max}	0.28	0.18	0.16	0.45	0.45	0.38
X (%)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
#topX%	30	30	30	30	30	30
μ	-1.71	-2.20	-2.35	-1.11	-1.31	-1.56
σ	0.23	0.26	0.26	0.21	0.26	0.31
β	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
R	11	12	12	10	12	14
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.17. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 9, is weergegeven in Figuur 4-150. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-150 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.48.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent).
Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.49 Schutstraat 89

De meetlocatie Schutstraat 89 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-151.



Figuur 4-151 Gevel Schutstraat 89 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (16) op een stijf punt op de eerste verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (18) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping.

4.49.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-152. In Figuur 4-151 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-152 Meetlocatie Schutstraat 89 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.49.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-130. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-130 Resultaten referentiesituatie

	18, midden vloer			16, stijf punt		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	0.03	0.04	0.01	0.03	0.04
$V_{per, avond}$	0.01	0.03	0.04	0.01	0.03	0.04
$V_{per, nacht}$	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
V_{max}	0.24	0.45	0.43	0.24	0.45	0.42
X (%)	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
#topX%	38	38	38	38	38	38
μ	-1.72	-1.11	-1.12	-1.68	-1.12	-1.12
σ	0.19	0.21	0.20	0.17	0.23	0.18
β	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
R	8	9	8	7	9	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 5107 reizigers- en 540 goederentreinen gemeten.

4.49.3. Plansituatie

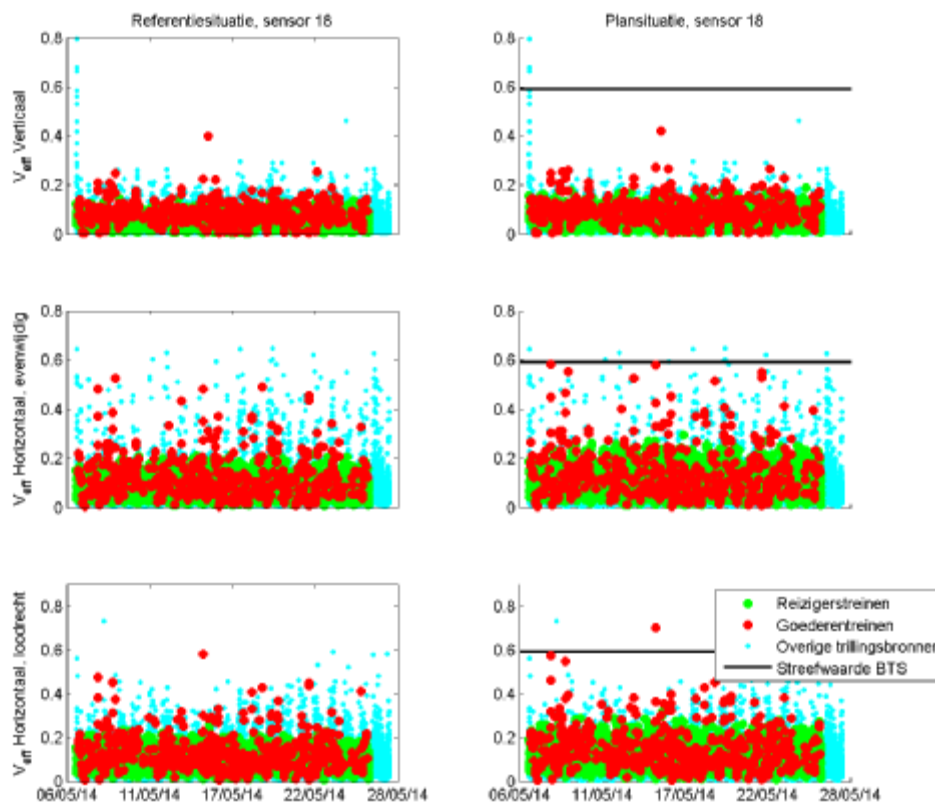
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-131. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-131 Resultaten berekening plansituatie

	18, midden vloer			16, stijf punt		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.03	0.05	0.06	0.02	0.05	0.06
$V_{per, avond}$	0.02	0.05	0.06	0.02	0.05	0.06
$V_{per, nacht}$	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03
V_{max}	0.27	0.52	0.33	0.27	0.53	0.34
X (%)	0.79	0.79	50.00	0.79	0.79	50.00
#topX%	41	41	2603	41	41	2603
μ	-1.57	-0.97	-1.80	-1.54	-0.98	-1.78
σ	0.17	0.21	0.23	0.16	0.22	0.23
β	1.49	1.49	3.05	1.49	1.49	3.05
R	7	8	2	6	9	2
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.16. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 18, is weergegeven in Figuur 4-153. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-153 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.49.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent).
Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.50 Schutstraat 64

De meetlocatie Schutstraat 64 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-154.



Figuur 4-154 Gevel Schutstraat 64 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (8) op een stijf punt op de eerste verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (19) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping.

4.50.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-155. In Figuur 4-154 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-155 Meetlocatie Schutstraat 64 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.50.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-132. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-132 Resultaten referentiesituatie

	8, stijf punt			19, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.10	0.16	0.14	0.11	0.14	0.10
X (%)	0.40	0.40	0.40	0.40	50.00	50.00
#topX%	15	15	15	15	1884	1884
μ	-2.38	-2.07	-2.13	-2.50	-2.66	-3.01
σ	0.09	0.18	0.10	0.19	0.23	0.24
β	1.21	1.21	1.21	1.21	3.10	3.10
R	5	10	6	11	2	3
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 3592 reizigers- en 192 goederentreinen gemeten.

4.50.3. Plansituatie

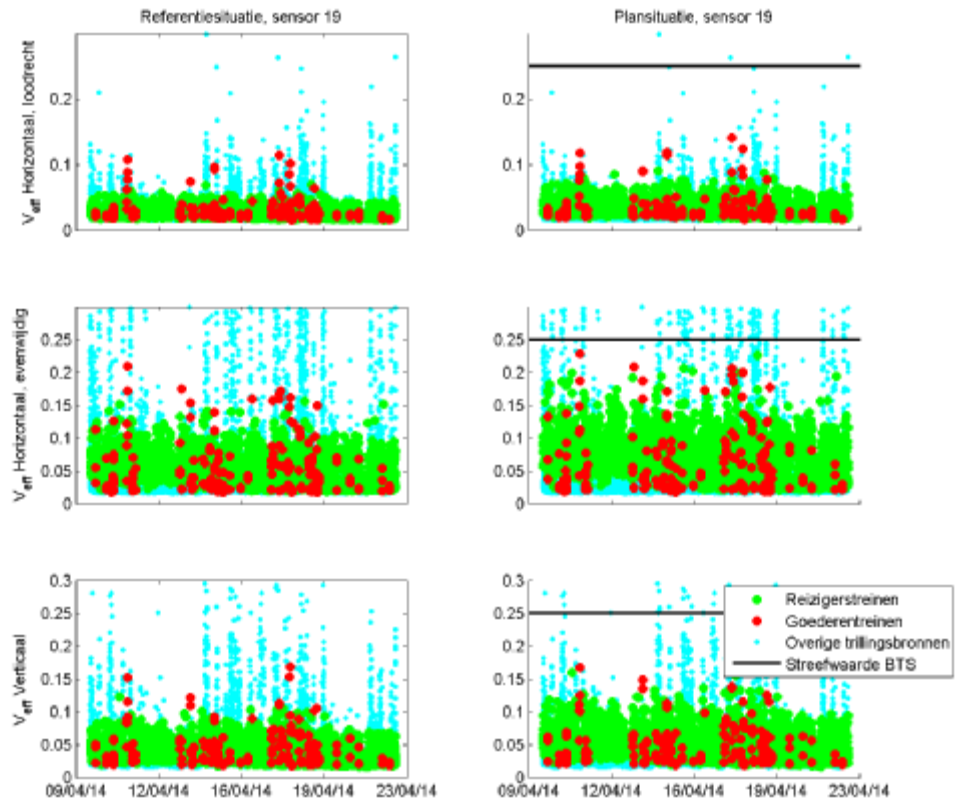
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-133. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-133 Resultaten berekening plansituatie

	8, stijf punt			19, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.02	0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.02	0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01
V_{max}	0.12	0.18	0.14	0.12	0.18	0.14
X (%)	0.40	0.40	50.00	0.40	50.00	50.00
#topX%	15	15	1892	15	1892	1892
μ	-2.20	-1.86	-2.64	-2.31	-2.38	-2.74
σ	0.09	0.13	0.21	0.17	0.22	0.24
β	1.21	1.21	3.10	1.21	3.10	3.10
R	5	7	2	10	2	3
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.17. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 19, is weergegeven in Figuur 4-156. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-156 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

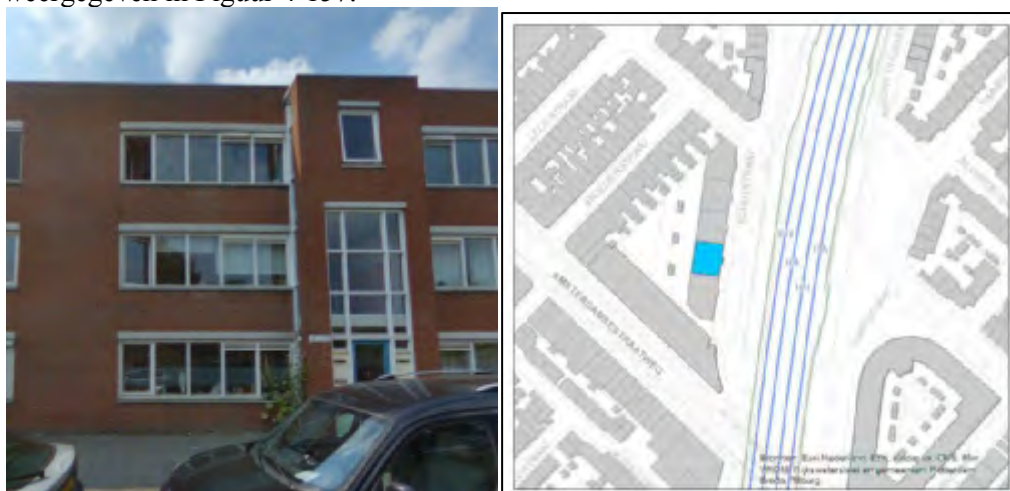
4.50.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent).
Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.51 Schutstraat 20

De meetlocatie Schutstraat 20 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-157.



Figuur 4-157 Gevel Schutstraat 20 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (20) op een stijf punt op de eerste verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (9) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping.

4.51.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-158. In Figuur 4-157 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-158 Meetlocatie Schutstraat 20 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.51.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-134. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-134 Resultaten referentiesituatie

	20, stijf punt			9, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.12	0.07	0.12	0.10	0.09	0.11
X (%)	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
#topX%	11	11	11	11	11	11
μ	-2.40	-3.06	-2.26	-2.71	-2.68	-2.29
σ	0.21	0.24	0.13	0.31	0.19	0.11
β	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
R	12	14	8	18	11	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 3223 reizigers- en 104 goederentreinen gemeten.

4.51.3. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

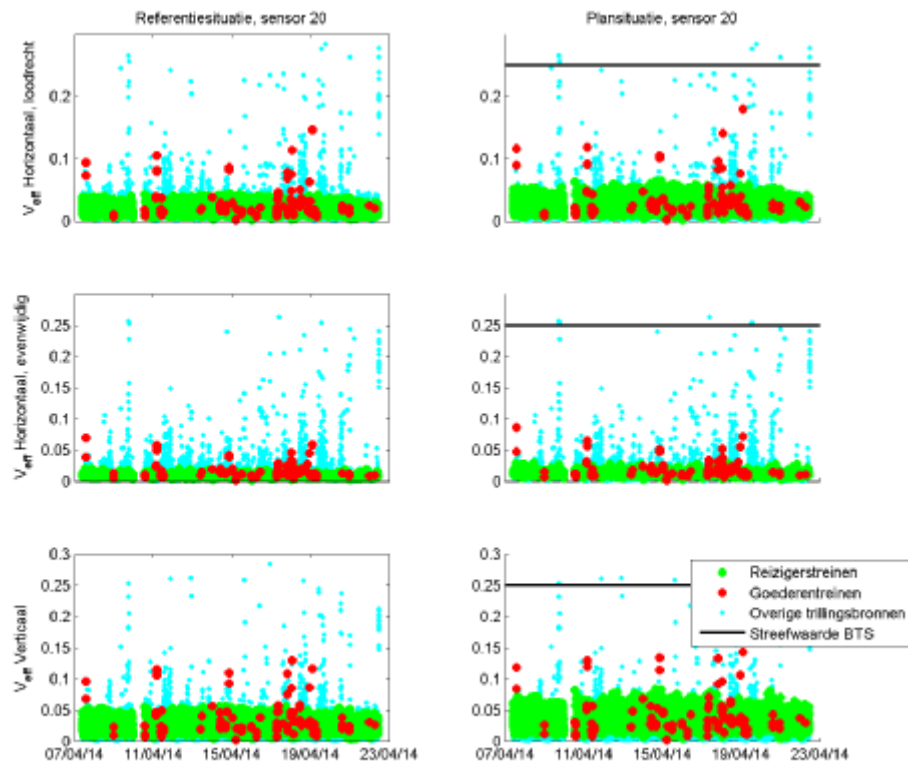
De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-135. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-135 Resultaten berekening plansituatie

	20, stijf punt			9, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.15	0.08	0.16	0.11	0.10	0.15
X (%)	6.36	6.36	6.36	6.36	12.72	6.36
#topX%	22	22	22	22	44	22
μ	-2.49	-3.22	-2.30	-2.73	-3.02	-2.30
σ	0.32	0.39	0.24	0.30	0.33	0.21
β	1.36	1.36	1.36	1.36	1.71	1.36
R	16	20	12	15	14	11
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.35. Door de hoge R -waarde, veroorzaakt door enkele goederentreinen met sterk afwijkende trillingssterktes, is een voelbare toename in trillingssterkte niet uit te sluiten. Omdat de trillingssterkte in de plansituatie onder de streefwaarde A1 blijft, zijn er echter geen overschrijdingen op deze locatie.

Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 20, is weergegeven in Figuur 4-159. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-159 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.51.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). Door de hoge R -waarde, veroorzaakt door enkele goederentreinen met sterk afwijkende trillingssterktes, is een toename van meer dan 30 procent in trillingssterkte echter niet uit te sluiten. Ook in de plansituatie is de trillingssterkte echter lager dan de streefwaarde A1 uit de BTS. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.52 Amsterdamsestraatweg 171C

De meetlocatie Amsterdamsestraatweg 171C heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-160.



Figuur 4-160 Gevel Amsterdamsestraatweg 171C (appartement op bovenste verdieping, figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (21) op een stijf punt op de derde verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (8) in het midden van het vloerveld op de derde verdieping.

4.52.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-161. In Figuur 4-160 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-161 Meetlocatie Amsterdamsestraatweg 171C in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.52.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-136. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-136 Resultaten referentiesituatie

	21, stijf punt			8, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.15	0.17	0.08	0.14	0.17	0.09
X (%)	12.64	12.64	12.64	12.64	12.64	50.00
#topX%	22	22	22	22	22	87
μ	-2.30	-2.26	-2.76	-2.22	-2.25	-2.68
σ	0.23	0.28	0.18	0.21	0.27	0.16
β	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	2.00
R	12	14	9	10	14	5
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 3927 reizigers- en 509 goederentreinen gemeten.

4.52.3. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

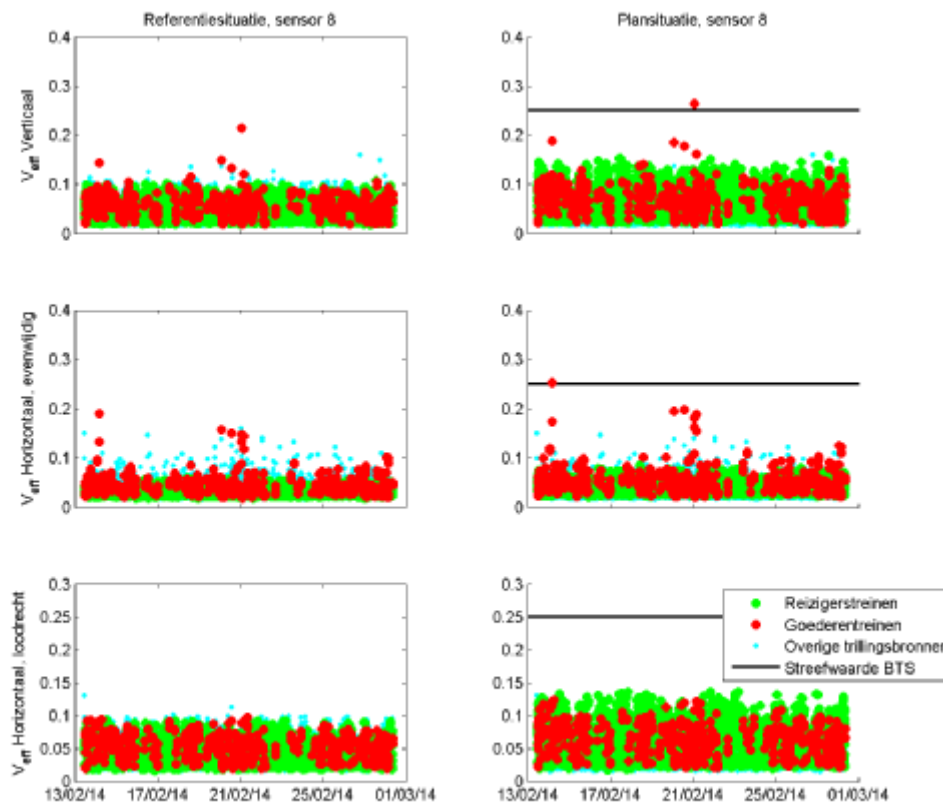
De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-137. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-137 Resultaten berekening plansituatie

	21, stijf punt			8, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.02
$V_{per, avond}$	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.02
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.17	0.21	0.10	0.18	0.21	0.13
X (%)	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	12.50
#topX%	29	29	29	29	29	58
μ	-2.06	-2.13	-2.58	-1.95	-2.10	-2.22
σ	0.19	0.31	0.20	0.17	0.29	0.09
β	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.82
R	9	14	9	8	14	4
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.48. Door de hoge R -waarde, veroorzaakt door enkele goederentreinen met sterk afwijkende trillingssterktes, is een voelbare toename in trillingssterkte niet uit te sluiten. Omdat de trillingssterkte in de plansituatie onder de streefwaarde A1 blijft, zijn er echter geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes,

sensor 8, is weergegeven in Figuur 4-162. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-162 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.52.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). Door de hoge R -waarde, veroorzaakt door enkele goederentreinen met sterk afwijkende trillingssterktes, is een toename van meer dan 30 procent in trillingssterkte echter niet uit te sluiten. Ook in de plansituatie is de trillingssterkte echter lager dan de streefwaarde A1 uit de BTS. Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.53 Dijkstraat 20

De meetlocatie Dijkstraat 20 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-163.



Figuur 4-163 Gevel Dijkstraat 20 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (21) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (14) in het midden van het vloerveld op de begane grond.

4.53.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-164. In Figuur 4-163 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-164 Meetlocatie Dijkstraat 20 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.53.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-138. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-138 Resultaten referentiesituatie

	21, stijf punt			14, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.15	0.11	0.09	0.13	0.10	0.07
X (%)	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
#topX%	20	20	20	20	20	20
μ	-2.10	-2.72	-2.62	-2.49	-2.76	-2.80
σ	0.15	0.29	0.17	0.24	0.28	0.15
β	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
R	8	15	9	13	14	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 4308 reizigers- en 123 goederentreinen gemeten.

4.53.3. Plansituatie

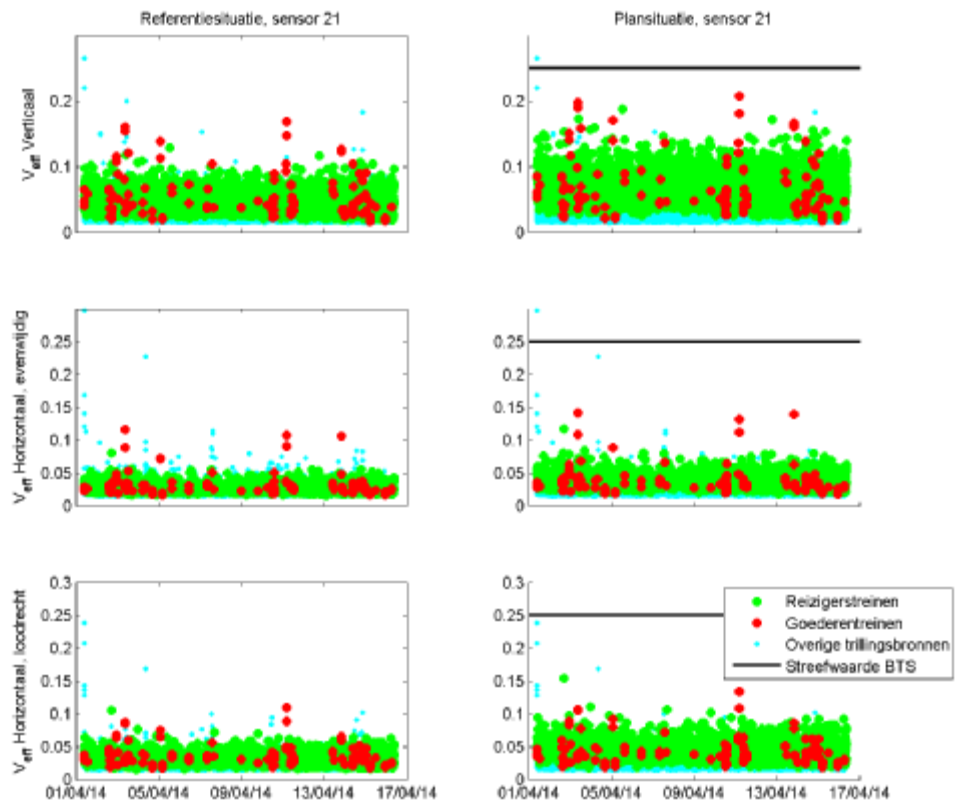
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-139. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-139 Resultaten berekening plansituatie

	21, stijf punt			14, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.19	0.13	0.11	0.14	0.11	0.10
X (%)	0.78	0.78	1.56	0.78	0.78	0.78
#topX%	25	25	50	25	25	25
μ	-1.82	-2.44	-2.41	-2.22	-2.48	-2.49
σ	0.11	0.22	0.13	0.18	0.20	0.12
β	1.41	1.41	1.75	1.41	1.41	1.41
R	5	11	5	9	10	6
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.26. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 21, is weergegeven in Figuur 4-165. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-165 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.53.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent).
Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.54 Concordiastraat 67

De meetlocatie Concordiastraat 67 heeft de bestemming *kantoor*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-166.



Figuur 4-166 Gevel Concordiastraat 67 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn drie meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (23) op een stijf punt op de eerste verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (24) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping;
3. Een driedimensionale trillingssensor (9) op een andere positie in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping.

4.54.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Wijziging in sporenlay-out. Het wissel tussen de eerste twee sporen verdwijnt, tussen het tweede en derde spoor wordt een nieuw wissel gerealiseerd;
2. Gewijzigde rijnsnelheid van de treinen;
3. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-167. In Figuur 4-166 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven.



Figuur 4-167 Meetlocatie Concordiastraat 67 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.54.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-140. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-140 Resultaten referentiesituatie

	23, stijf punt			24, midden vloer			9, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.20	0.11	0.16	0.17	0.11	0.20	0.21	0.10	0.17
X (%)	1.57	1.57	6.25	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
#topX%	177	177	707	177	177	177	177	177	177
μ	-1.96	-2.50	-2.54	-2.12	-2.49	-1.87	-1.93	-2.63	-2.01
σ	0.23	0.19	0.35	0.22	0.20	0.16	0.23	0.19	0.16
β	1.50	1.50	2.12	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
R	4	4	4	4	4	3	4	4	3
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Op deze locatie zijn 24340 reizigers- en 1962 goederentreinen gemeten.

4.54.3. Plansituatie

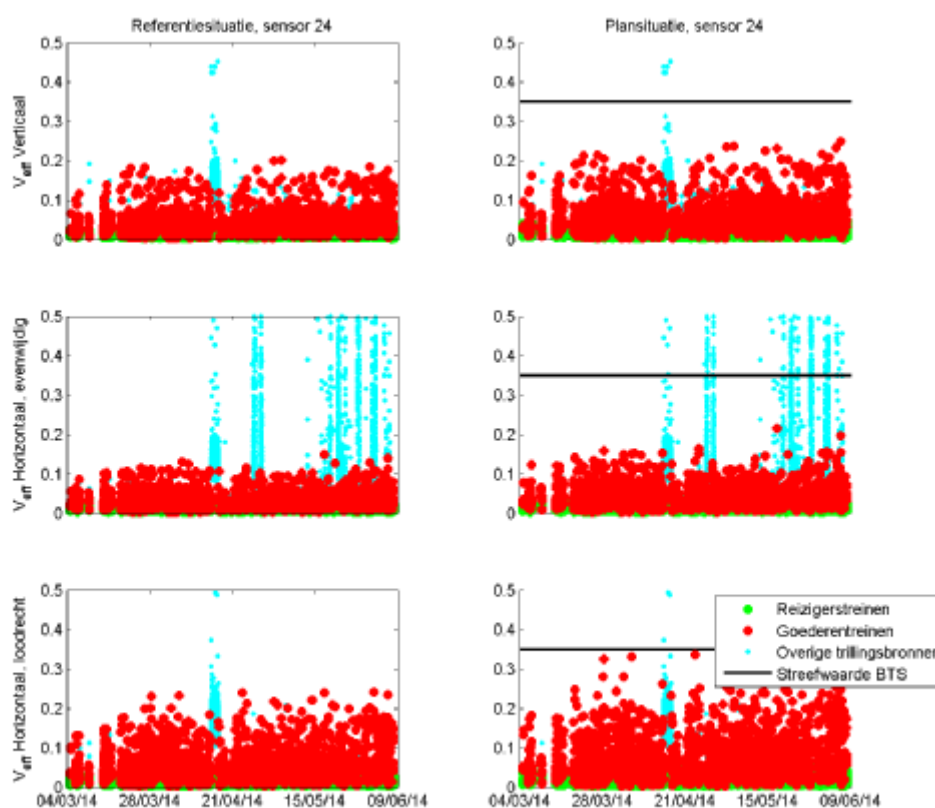
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-141. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden.

Tabel 4-141 Resultaten berekening plansituatie

	23, stijf punt			24, midden vloer			9, midden vloer		
	V	H2	H1	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, avond}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.24	0.14	0.22	0.20	0.15	0.26	0.25	0.13	0.23
X (%)	0.78	0.78	12.50	0.78	0.78	12.50	0.78	0.78	12.50
#topX%	100	100	1599	100	100	1599	100	100	1599
μ	-1.57	-2.13	-2.73	-1.75	-2.12	-2.55	-1.55	-2.26	-2.70
σ	0.13	0.17	0.50	0.13	0.17	0.50	0.13	0.17	0.50
β	1.18	1.18	2.43	1.18	1.18	2.43	1.18	1.18	2.43
R	3	4	5	3	4	5	3	4	5
$V_{per, grenswaarde}$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.28. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 24, is weergegeven in Figuur 4-168. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-168 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.54.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de

referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent).

Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

4.55 Seringstraat 6

De meetlocatie Seringstraat 6 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-169.



Figuur 4-169 Gevel Seringstraat 6 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

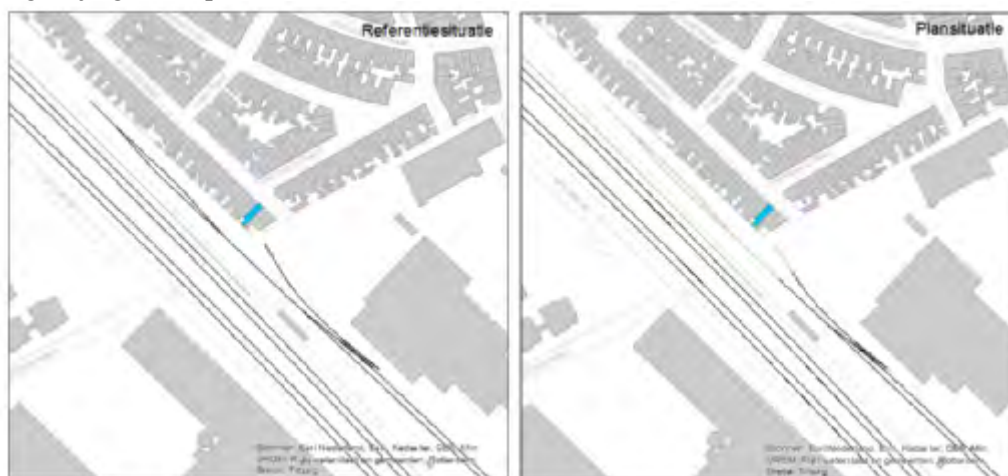
1. Een driedimensionale trillingssensor (20) op een stijf punt op de tweede verdieping;
2. Een driedimensionale trillingssensor (19) in het midden van het vloerveld op de tweede verdieping.

4.55.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-170. In Figuur 4-169 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-170 Meetlocatie Seringstraat 6 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.55.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-142. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-142 Resultaten referentiesituatie

	20, stijf punt			19, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.07	0.04	0.06	0.07	0.03	0.09
$V_{per, avond}$	0.06	0.03	0.06	0.06	0.02	0.08
$V_{per, nacht}$	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04
V_{max}	0.76	0.60	0.72	0.76	0.56	0.86
X (%)	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
#topX%	15	15	15	15	15	15
μ	-0.45	-0.64	-0.49	-0.46	-0.72	-0.35
σ	0.15	0.11	0.14	0.15	0.12	0.16
β	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
R	9	6	8	9	7	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 4050 reizigers- en 464 goederentreinen gemeten.

4.55.3. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

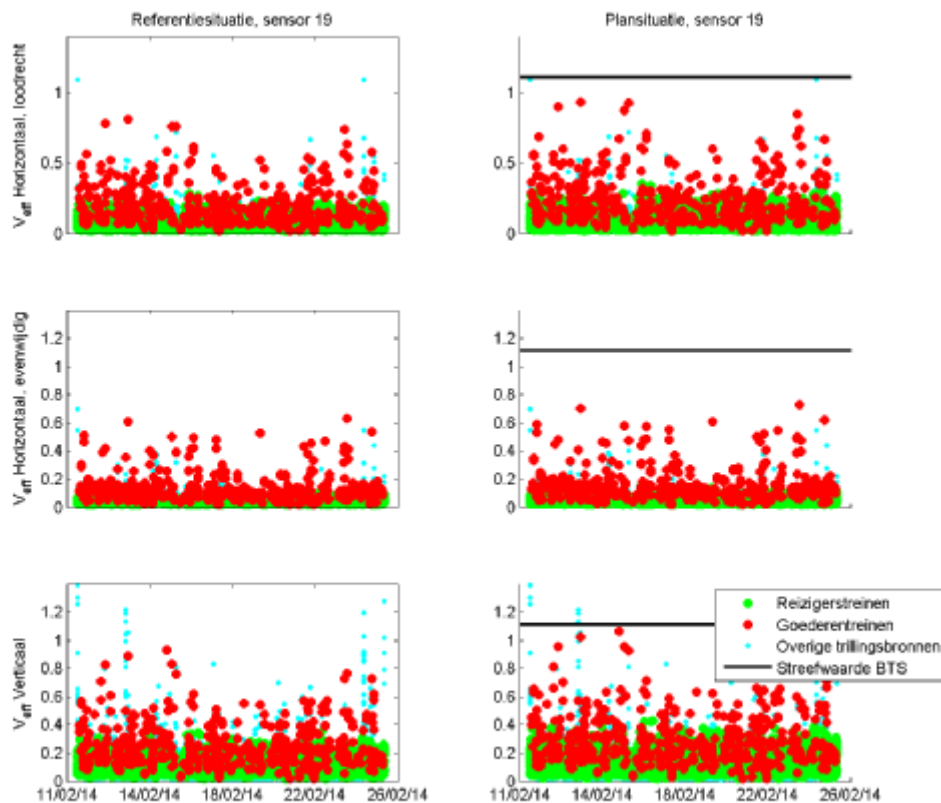
De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-143. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden. Overschrijdingen van de grenswaarden zijn oranje gearceerd.

Tabel 4-143 Resultaten berekening plansituatie

	20, stijf punt			19, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.08	0.04	0.08	0.08	0.03	0.11
$V_{per, avond}$	0.08	0.04	0.08	0.08	0.03	0.11
$V_{per, nacht}$	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02	0.06
V_{max}	0.89	0.69	0.84	0.88	0.65	0.99
X (%)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
#topX%	16	16	16	16	16	16
μ	-0.30	-0.50	-0.35	-0.31	-0.58	-0.22
σ	0.15	0.11	0.14	0.15	0.13	0.17
β	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
R	8	6	8	8	7	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.15. De trillingssterkte neemt niet voelbaar toe op deze locatie. De toename van het treinverkeer en de toename in rijnsnelheid van de treinen zorgt echter wel voor een overschrijding van de grenswaarde voor de trillingsintensiteit V_{per} , de A3-waarde. Een overzicht van de meetwaarden voor de

sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 19, is weergegeven in Figuur 4-171. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-171 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.55.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie wel hoger dan de grenswaarde A3 uit de BTS. Dit komt met name door de toename van het aantal reizigerstreinen en de hogere rijksnelheid van goederentreinen.

Gezien de overschrijding van de grenswaarden voor de trillingsintensiteit V_{per} in de dag en avond in de plansituatie, dienen voor deze locatie maatregelen te worden ontworpen en afgewogen op doelmatigheid.

4.56 Seringstraat 136

De meetlocatie Seringstraat 136 heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-172.



Figuur 4-172 Gevel Seringstraat 136 (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

1. Een driedimensionale trillingssensor (8) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (15) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping.

4.56.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-173. In Figuur 4-172 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-173 Meetlocatie Seringstraat 136 in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.56.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-144. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-144 Resultaten referentiesituatie

	15, midden vloer			8, stijf punt		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.10	0.10	0.07	0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.09	0.08	0.06	0.02	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.05	0.05	0.03	0.01	<0.01	<0.01
V_{max}	0.55	0.61	0.34	0.30	0.11	0.12
X (%)	1.59	3.18	50.00	1.59	1.59	1.59
#topX%	25	50	787	25	25	25
μ	-0.77	-0.82	-1.61	-1.62	-2.37	-2.39
σ	0.11	0.18	0.18	0.21	0.12	0.17
β	1.53	1.86	2.86	1.53	1.53	1.53
R	6	8	3	11	6	9
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 2230 reizigers- en 260 goederentreinen gemeten.

4.56.3. Plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

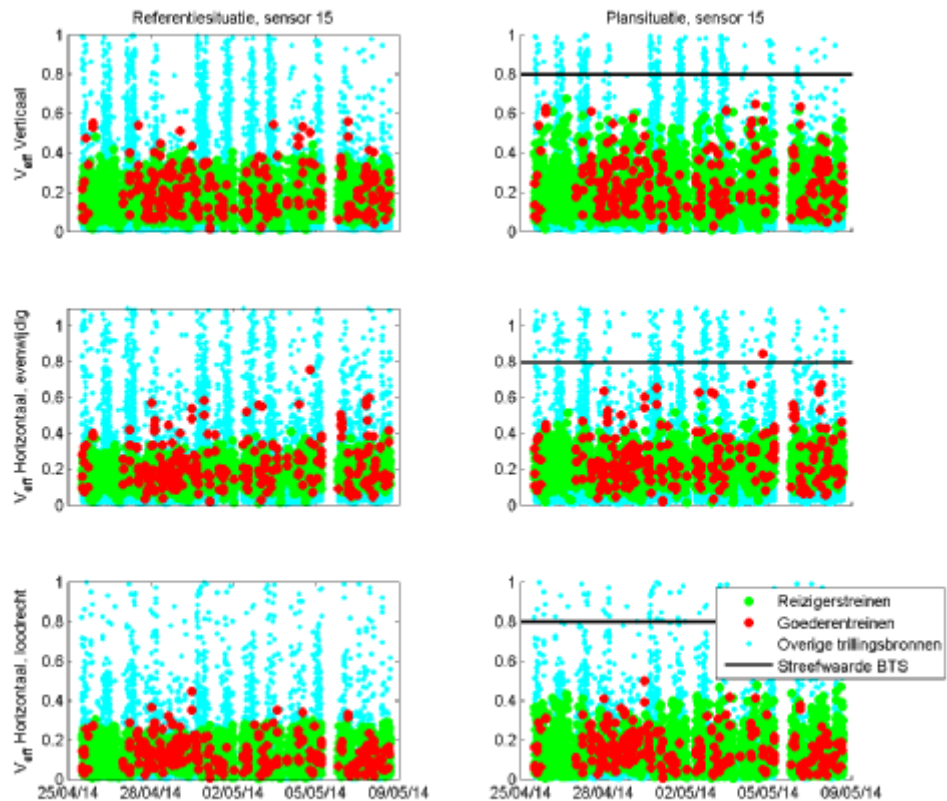
De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-145. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden. Overschrijdingen van de grenswaarden zijn oranje gearceerd.

Tabel 4-145 Resultaten berekening plansituatie

	15, midden vloer			8, stijf punt		
	V	H2	H1	V	H2	H1
$V_{per, dag}$	0.14	0.14	0.10	0.03	0.01	0.00
$V_{per, avond}$	0.15	0.14	0.10	0.03	0.01	0.00
$V_{per, nacht}$	0.07	0.08	0.05	0.02	0.01	0.00
V_{max}	0.65	0.68	0.47	0.31	0.14	0.14
X (%)	50.03	3.14	50.03	0.80	50.03	0.80
#topX%	876	55	876	14	876	14
μ	-1.09	-0.69	-1.44	-1.31	-2.62	-2.12
σ	0.23	0.16	0.24	0.12	0.22	0.14
β	2.89	1.90	2.89	1.21	2.89	1.21
R	3	7	4	7	3	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.11. De trillingssterkte neemt niet voelbaar toe op deze locatie. De toename van het treinverkeer en de toename in rijnsnelheid van de treinen zorgt echter wel voor een overschrijding van de grenswaarde voor de trillingsintensiteit V_{per} , de A3-waarde. Een overzicht van de meetwaarden voor de

sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 15, is weergegeven in Figuur 4-174. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-174 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

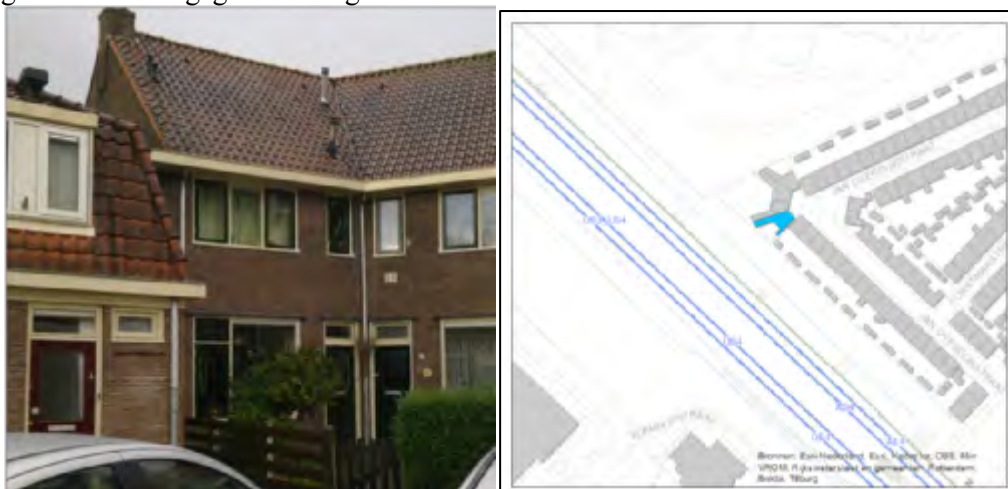
4.56.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). De trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie wel hoger dan de grenswaarde A3 uit de BTS. Dit komt met name door de toename van het aantal reizigerstreinen en de hogere rijsnelheid van de reizigerstreinen.

Gezien de overschrijding van de grenswaarden voor de trillingsintensiteit V_{per} in de dag en avond in de plansituatie, dienen voor deze locatie maatregelen te worden ontworpen en afgewogen op doelmatigheid.

4.57 Jan Overdijkstraat 39D

De meetlocatie Jan Overdijkstraat 39D heeft de bestemming *wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 4-175.



Figuur 4-175 Gevel Jan Overdijkstraat 39D (figuur links) en sporenlay-out ten tijde van de metingen (figuur rechts)

In deze woning is een meting uitgevoerd conform de BTS. Er zijn twee meetpunten geplaatst, zie ook Bijlage III voor een schets van de meetopstelling:

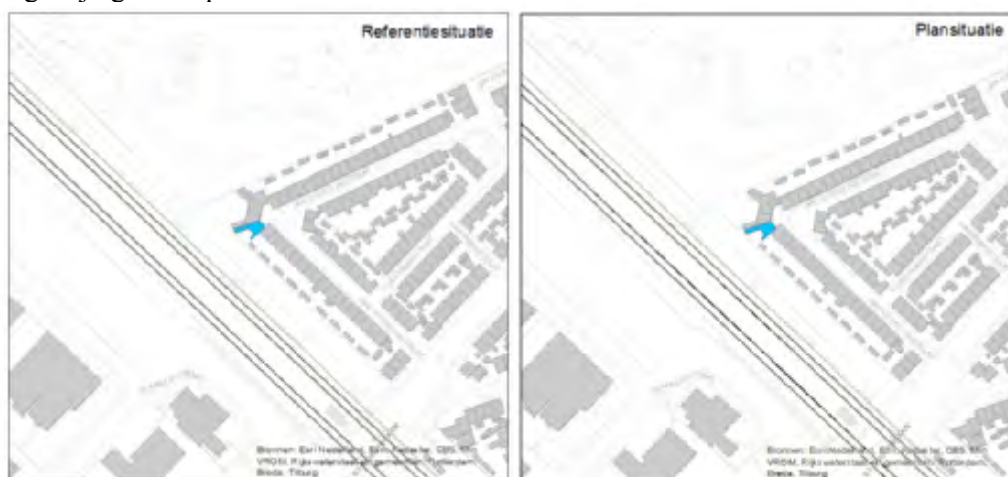
1. Een driedimensionale trillingssensor (9) op een stijf punt op de begane grond;
2. Een driedimensionale trillingssensor (18) in het midden van het vloerveld op de eerste verdieping.

4.57.1. Wijzigingen aan sporen

De belangrijkste wijzigingen op deze locatie zijn:

1. Gewijzigde rijsnelheid van de treinen;
2. Gewijzigde treinintensiteit.

De sporenlay-out in de referentie- en plansituatie is weergegeven in Figuur 4-176. In Figuur 4-175 is de sporenlay-out ten tijde van de metingen weergegeven. Deze is ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4-176 Meetlocatie Jan Overdijkstraat 39D in referentiesituatie (links) en plansituatie (rechts)

4.57.2. Referentiesituatie

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 4-146. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 4-146 Resultaten referentiesituatie

	18, midden vloer			9, stijf punt		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.01	0.02	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.01	0.02	0.01	<0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.22	0.32	0.20	0.11	0.10	0.13
X (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
#topX%	25	25	25	25	25	25
μ	-1.68	-1.40	-1.78	-2.44	-2.51	-2.24
σ	0.14	0.20	0.12	0.16	0.20	0.16
β	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
R	7	9	6	7	9	7
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Op deze locatie zijn 3201 reizigers- en 346 goederentreinen gemeten.

4.57.3. Plansituatie

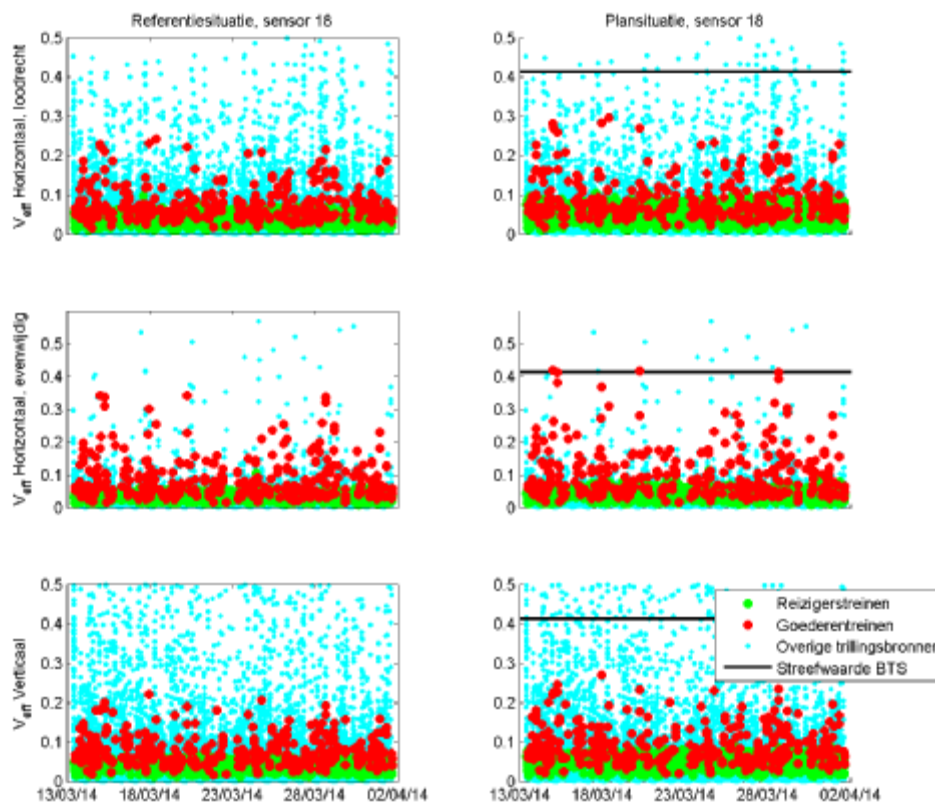
Aan de hand van de metingen en de wijzigingen die zijn opgetreden tussen de situatie van de metingen en de plansituatie is daarnaast een berekening gemaakt voor de trillingssituatie in de plansituatie. Per trein is een individuele berekening gemaakt met behulp van het in Bijlage I beschreven model en de parameters uit Bijlage II en III. Met behulp van de resulterende dataset zijn conform de BTS de benodigde parameters bepaald.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 4-147. De resultaten van de berekening zijn getoetst aan de grenswaarden. Overschrijdingen van de grenswaarden zijn oranje gearceerd.

Tabel 4-147 Resultaten berekening plansituatie

	18, midden vloer			9, stijf punt		
	H1	H2	V	H1	H2	V
$V_{per, dag}$	0.01	0.02	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, avond}$	0.01	0.02	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
$V_{per, nacht}$	0.02	0.02	0.01	<0.01	<0.01	0.01
V_{max}	0.27	0.39	0.24	0.12	0.12	0.15
X (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
#topX%	27	27	27	27	27	27
μ	-1.51	-1.24	-1.62	-2.30	-2.35	-2.11
σ	0.15	0.22	0.13	0.17	0.19	0.18
β	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
R	7	10	6	7	9	8
$V_{per, grenswaarde}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

De Q -waarde van deze meting bedraagt 1.22. Er zijn geen overschrijdingen op deze locatie. Een overzicht van de meetwaarden voor de sensor met de hoogste trillingssterktes, sensor 18, is weergegeven in Figuur 4-177. De complete dataset met de trillingssterkte per treinpassage is weergegeven in Bijlage III.



Figuur 4-177 Trillingssterkte in referentie- (links) en plansituatie (rechts) voor de maatgevende sensor

4.57.4. Conclusies

De trillingssterkte V_{max} neemt in de plansituatie niet voelbaar toe ten opzichte van de referentiesituatie (toename is kleiner dan 30 procent). Ook de trillingsintensiteit V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde.

Het afwegen van maatregelen kan daarom voor deze locatie achterwege blijven.

5 Conclusies

Dit rapport bevat de resultaten van de trillingsmetingen in gebouwen die in het kader van het project *Doorstroomstation Utrecht* zijn uitgevoerd. Door middel van metingen in gebouwen is de trillingssterkte in de winter, lente en zomer van 2014 vastgesteld. Vervolgens is middels een aantal verschillende onderzoeken het effect van de verschillende wijzigingen in sporenlay-out, treinsnelheid, treinenloop en taludgeometrie op deze locatie vastgesteld. Met behulp van deze effecten is een berekening gemaakt voor de referentie- en plansituatie van het project *DSSU*.

De trillingssituatie in de plansituatie is beoordeeld op de BTS om te bepalen op welke locaties de trillingssituatie in de plansituatie niet voldoet aan het beoordelingskader. Uit dit onderzoek volgt dat bij de volgende deelgebieden overschrijdingen van de BTS zullen optreden ten gevolge van het project *DSSU*: 1 (Cremerstraat), 2 (Westplein, bij het Stadskantoor), 3 (Raadwijk/Hendrik Tollensstraat), 4 (Tolsteegplantsoen), 7 (Nieuwe Houtenseweg noord/De Wadden, rond Nieuwe Houtenseweg 2), 9 (Nieuwe Houtenseweg zuid/Mereveldseweg, rond Nieuwe Houtenseweg 27 en 55), 12 (Koningsweg), 17 (Nicolaas Beetsstraat), 18 (Daalseplein) en 26 (2^e Daalsebuurt, bij de Seringstraat). Voor deze locaties dienen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

Colofon

Opdrachtgever ProRail B.V.

Uitgave Movares Nederland B.V.

Divisie Ruimte, Mobiliteit en Infra
Afdeling Infrastructuur: Waterbouw en Geotechniek

Daalseplein 100
Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Telefoon 030-265 5322

Ondertekenaar ir. P.M. Boon
Adviseur

Projectnummer RL121372

Opgesteld door ir. P.M. Boon

© 2014, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

Bijlage I Gebruikt prognosemodel

In deze bijlage wordt het trillingsmodel, waarbij vanuit de situatie van de metingen de referentiesituatie en de plansituatie is berekend, weergegeven. Ook de voor dit onderzoek bepaalde toeslagfactoren worden weergegeven.

I.1 Prognosemodel

De trillingssterkte op een bepaalde positie in de ruimte wordt bepaald door een groot aantal factoren. In grote lijnen kan een trilling worden omschreven door:

$$v(r) = F_{bron}(m_{as}, c_k, V_{trein}, c_r, z) \cdot H_{situatie} \cdot H_{geometrie} \cdot H(r) \cdot H_{bf} \cdot H_{fw} \cdot H_{wv}$$

Hierin is v de trillingssnelheid in m/s en r de afstand. Wanneer alle fysische aspecten aan de rechterzijde van de vergelijking bekend zijn, kan in principe dus de trillingssnelheid op een bepaalde positie worden bepaald. Deze trillingssnelheid is frequentie-afhankelijk en wordt gerepresenteerd middels een tertsbandspectrum. De grootheden aan de rechterzijde zijn:

- F_{bron} is een bodemonafhankelijke equivalente treinbelasting, deze is afhankelijk van de rijsnelheid V_{trein} , de afvering c_k , de aslast m_{as} , de wielrondheid c_r en de spoorligging of zetting z ;
- $H_{situatie}$ is een correctiefactor voor de bovenbouwsituatie (wissel, duiker, etc.);
- $H_{geometrie}$ is een correctiefactor voor de opbouw van de onderbouw;
- $H(r)$ is de verzwakking voor de bodem voor $r > r_{referentie}$. Gewoonlijk wordt hiervoor de Barkan-vergelijking gehanteerd. Deze Barkan-vergelijking luidt, in frequentie-afhankelijke vorm:

$$V(r, f) = V(r_0, f) \cdot \left(\frac{r_0}{r} \right)^{n(r, f)} \cdot e^{-\alpha(f)(r-r_0)}$$

Hierin is r_0 een referentieafstand waarop het referentietrillingsniveau $v(r_0)$ wordt vastgesteld. α is de dempingsconstante van de bodem (1/m), deze verschilt per grondsoort. n is een coëfficiënt die de geometrische uitbreiding weergeeft. α en n zijn frequentie-afhankelijk, n is daarnaast ook afstandsafhankelijk. In het gehanteerde model wordt de afstandsafhankelijkheid genegeerd, omdat de afstandsveranderingen doorgaans beperkt zijn;

- H_{bf} is de overdrachtsfactor van de bodem naar de fundering;
- H_{fw} is de overdrachtsfactor van de fundering naar de wand;
- H_{wv} is de overdrachtsfactor van de wand naar de vloer.

De factoren H_{fw} en H_{wv} worden over het algemeen samengenomen voor de bepaling van trillingshinder, zodat er geen onderscheid tussen wand en vloer bepaald hoeft te worden.

De bepaling van de diverse factoren vindt in dit onderzoek plaats via tertsbandspectra. Uit diverse onderzoeken blijkt dat het tertsbandspectrum van een treinpassage slechts verandert met de afstand tot de bron, de treinsnelheid, de aslast en de wielrondheid. De overdracht (als tertsbandspectrum) tussen maaiveld en fundering en tussen fundering

en midden vloerveld is voor elke trein identiek. Elke factor wordt daarom als tertsbandspectrum bepaald.

Bij de in dit rapport beschreven meetlocatie veranderen een aantal van de grootheden in de trillingsvergelijking, zie hoofdstuk 2. De invloed van deze wijzigingen is nader onderzocht. De parameters in het gebruikte model worden in de volgende paragrafen nader toegelicht. De betrouwbaarheid van het model en de gevolgen daarvan op de toetsing wordt nader toegelicht in de laatste paragraaf van deze bijlage.

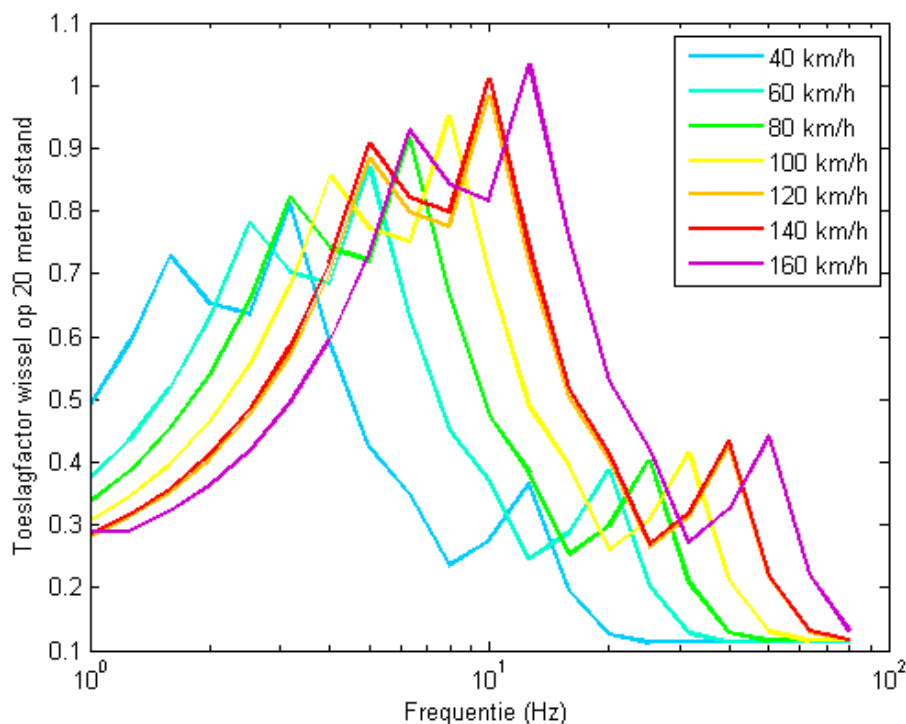
Een aantal factoren, zoals aslast, afvering, wielonrondheid en overdracht in de woning tussen fundering en vloerniveau wijzigen niet in dit project. De invloed hiervan is dan ook niet onderzocht.

I.2 Invloed wissels

De invloed van wissels wordt verrekend met behulp van toeslagfactoren op het trillingssignaal van een doorgaande trein. Omdat de staat van onderhoud van wissels sterk wisselend is, is de spreiding in de wisseltoeslag ook erg groot. De invloed van wissels is vooral groot rond 4, 12 en 40 Hz, zie Figuur I-1. De invloed van de wissels neemt licht toe met de treinsnelheid.

Het trillingssignaal met wissels kan via onderstaande formule worden berekend uit het signaal zonder wissels:

$$v(r, f) = \sqrt{(v_{\text{doorgaand spoor}})^2 + (\text{wisselfactor}(r, f, v_{\text{trein}}) \cdot v_{\text{doorgaand spoor}})^2}$$

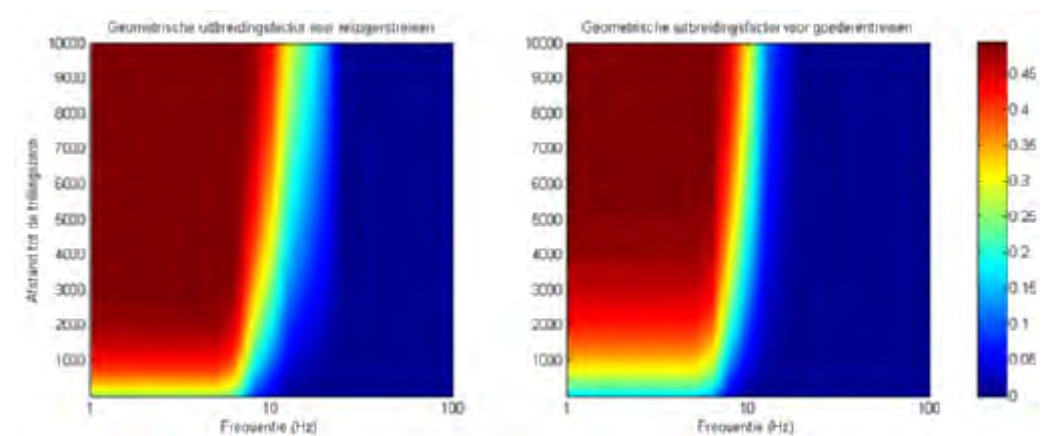


Figuur I-1 Gebruikte toeslagfactor voor wissels op 20 meter afstand

I.3 Invloed spoorafstand

De overdracht van trillingssterkte door de bodem kan worden beschreven met behulp van de Barkan vergelijking. De Barkan vergelijking wordt voor de prognoses in dit onderzoek alleen gebruikt om relatieve veranderingen van sporen en wissels te beschrijven. Omdat het in vrijwel alle gevallen om kleine veranderingen gaat, heeft de Barkan vergelijking en de nauwkeurigheid van de parameters daarin slechts een beperkte invloed op het eindresultaat.

De parameter n voor doorgaand spoor is bepaald uit theoretische vergelijkingen voor verschillende types treinen, en is afhankelijk van de afstand (op grote afstand is een trein bij benadering een puntbron en neemt de damping toe tot 1) Voor goederentreinen wordt een lagere n gehanteerd dan voor reizigerstreinen. De gehanteerde curve voor de parameter n is onafhankelijk van de afstand tot de trillingsbron, zie Figuur I-2.



Figuur I-2 Geometrische uitbreidingsfactor voor reizigers- (links) en goederentreinen (rechts)

Naast de gewijzigde spoorafstand door andere spoorligging verandert voor een deel van de treinen de spoorafstand aanzienlijk doordat deze treinen in de toekomst op andere sporen gaan rijden. Bij het maken van de prognose voor de plansituatie wordt hierbij gebruik gemaakt van de sporenlay-out uit het tracébesluit. De dempingsfactor voor de bodem α in de Barkan-vergelijking verschilt per locatie en is weergegeven in hoofdstuk Bijlage II.

I.4 Invoed wijziging in taludgeometrie

Voor een aantal locaties wijzigt de taludgeometrie van het spoor, waardoor de trillingssterkte kan wijzigen. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de referentiesituatie en de situatie van de metingen verschillen per locatie en zijn, indien gebruikt, weergegeven in Bijlage II.

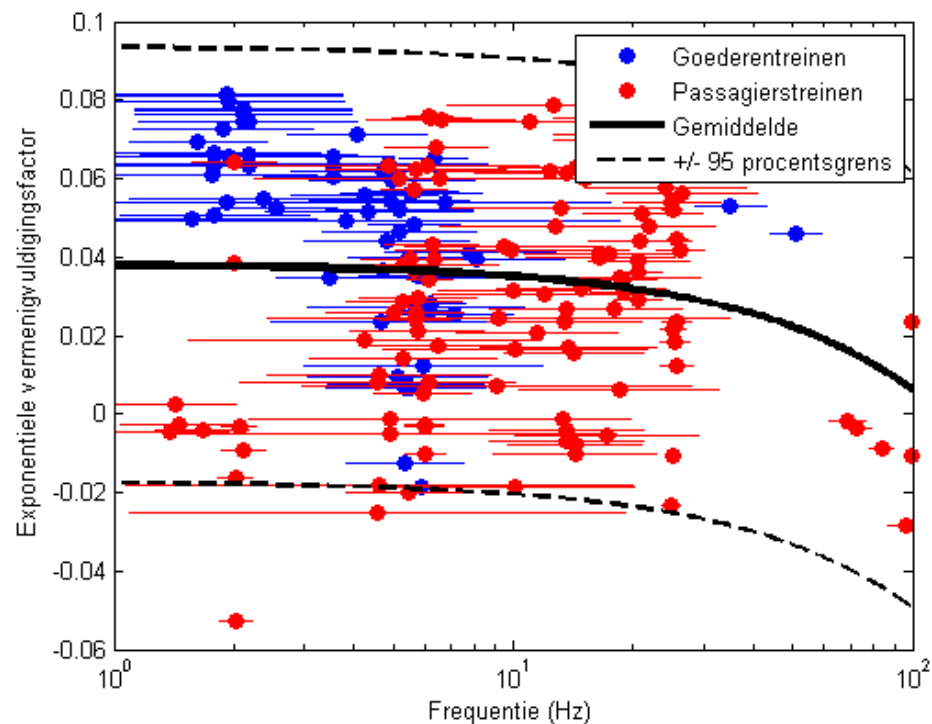
I.5 Invoed snelheidswijziging

De relatie tussen trillingssterkte en treinsnelheid is complex, zo blijkt uit metingen op een groot aantal locaties. Deze relatie hangt af van de snelheid, frequentie, treintype, bodem en spooropbouw. In dit onderzoek is er daarom voor gekozen om, op basis van metingen op een groot aantal locaties, een gemiddelde snelheidstoename te hanteren.

Uit metingen blijkt dat de trillingssterkte als functie van de frequentie het beste kan worden uitgedrukt met de volgende vergelijking:

$$V(V_{\text{trein}}, f) = A(f) \cdot e^{B(f)V_{\text{trein}}}$$

Hierin is V_{trein} de treinsnelheid in meters per seconde, A en B zijn coëfficiënten. A is sterk locatie- en treintypeafhankelijk, B is alleen frequentieafhankelijk. De metingen voor B en een lineair gefitte trendlijn daar doorheen zijn weergegeven in Figuur I-3. De spreiding in de data is eveneens weergegeven. Bij hogere frequenties neemt de trillingssterkte minder toe met de snelheid dan bij lage frequenties. Omdat goederentreinen vooral laagfrequente signalen hebben, volgt hieruit dat een snelheidsverhoging voor goederentreinen tot een grotere toename in trillingssterkte zal leiden dan voor reizigerstreinen.



Figuur I-3 Exponentiële vermenigvuldigingsfactor als functie van de frequentie voor goederen- en passagierstreinen. De gefitte curve is een lognormale verdeling, die lineair afneemt met de frequentie.

I.6 Invloed treinintensiteit

De treinintensiteit heeft invloed op de trillingsintensiteit V_{per} . Voor de bepaling van de trillingsintensiteit V_{per} is de treinintensiteit eveneens van belang. De nieuwe waarde van V_{per} kan worden berekend met behulp van de volgende vergelijking:

$$V_{\text{per}, \text{situatie}} = V_{\text{per}, \text{meting}} \cdot \sqrt{\frac{n_{\text{situatie}}}{n_{\text{meting}}}}$$

Hierbij is n de treinintensiteit in treinen per periode (dag, avond, nacht).

1.7 Bepaling gewijzigde trillingssterkte

Met behulp van de hiervoor bepaalde toeslagfactoren kan met behulp van de eerder gegeven vergelijking de trillingssterkte per trein worden bepaald. Het signaal van de trillingsbron kan als volgt worden bepaald vanuit een meting:

$$v_{\text{situatie}} = v_{\text{meting}} \cdot H_{\text{bron}}(v_{\text{meting}}, v_{\text{situatie}}) \cdot H_{\text{situatie}}(f) \cdot H(r)$$

Hierin is v_{situatie} de trillingssnelheid in een gewijzigde situatie als functie van de frequentie en r de afstand. Wanneer alle toeslagfactoren aan de rechterzijde van de vergelijking bekend zijn, kan deze gewijzigde trillingssnelheid worden bepaald met behulp van de gemeten trillingssnelheid v_{meting} .

De overige grootheden aan de rechterzijde zijn als volgt gedefinieerd als verhouding tussen de gewijzigde en gemeten situatie:

- v_{meting} is de gemeten trillingssterkte;
- H_{bron} is een correctiefactor voor de snelheidswijziging;
- H_{situatie} is een correctiefactor voor de wissels;
- H is een toeslagfactor voor de verzwakking door de bodem. Deze factor is gedefinieerd middels de Barkan vergelijking.

Het correctiesignaal als tertsbandspectrum wordt vervolgens vermenigvuldigd met het smalbandige spectrum van elke treinpassage. Door dit gecorrigeerde smalbandige spectrum terug te rekenen naar een trillingssignaal als functie van de tijd, kan de trillingssterkte in de gewijzigde situatie conform de BTS worden bepaald.

1.8 Betrouwbaarheid van het model

Omdat de manier van berekenen via het tertsbandspectrum alleen een amplitude- en geen fasecorrectie kent, zal er een verschil zijn tussen de uitkomst van de berekening en de werkelijke waarde van V_{max} in de plansituatie. Uit uitgebreide analyses blijkt dat er een variatie is van maximaal +/- 10 procent in V_{max} .

Daarnaast wordt in dit model gerekend met gemiddelde toeslagfactoren. Door afwijkende treineigenschappen kan bijvoorbeeld de relatie tussen treinsnelheid en trillingssterkte, of de invloed van een wissel, bij de ene trein anders uitvallen dan bij de andere trein. Ook hierdoor ontstaat een spreiding in de resultaten. Er van uitgaande dat de metingen een betrouwbare uitkomst geven, kan dus worden gesteld dat er voor elke locatie een kans is dat de locatie wel of niet voldoet. Met behulp van Monte-Carlosimulatie is deze kans op overschrijden per meetlocatie bepaald, de resultaten zijn in Bijlage III weergegeven.

Bijlage II Berekeningsparameters

Deze bijlage bevat de gebruikte berekeningsparameters voor de verschillende meetlocaties.

II.1 Algemene materiaaleigenschappen

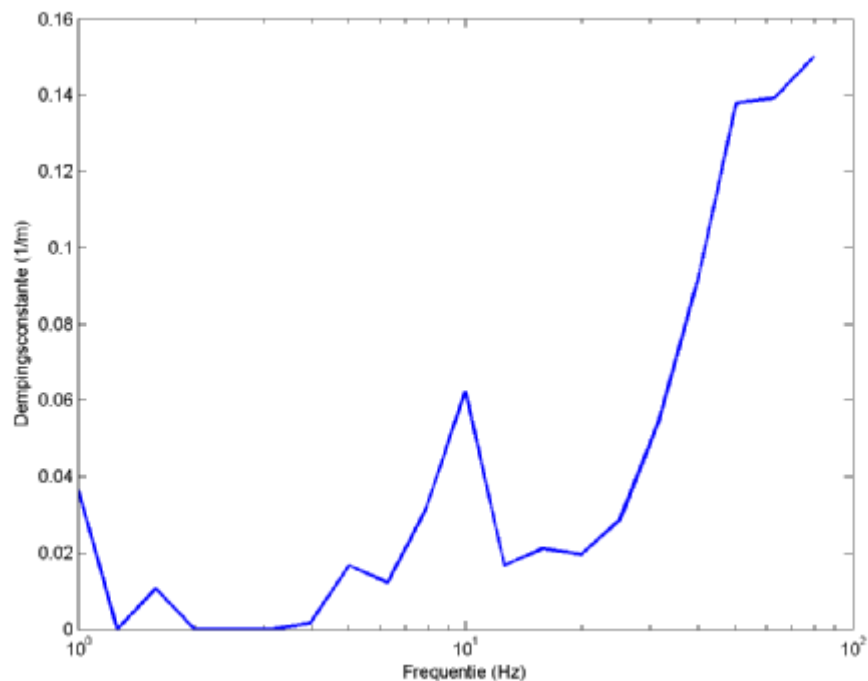
Enkel algemeen gebruikte modeleigenschappen zijn weergegeven in Tabel II-1. Deze eigenschappen zijn uniform gebruikt voor alle 3D eindige elementenmodellen.

Tabel II - 1 *Algemeen gebruikte materiaaleigenschappen*

Materiaal	E-modulus (MPa)	Dichtheid (kg/m ³)	Poisson's ratio (-)	Relatieve demping (%)
Ballast	600	1650	0.45	2
Funderingsbeton	35000	2500	0.20	0.1
Damwand	7304	2000	0.10	1
Beton trillingsscherm	30000	2400	0.20	0.1
Rubber	4.16	710	0	5

II.2 Cremerstraat 96 en 38, J.J.A. Goeverneurstraat 47, Jaarbeursplein 22, Stads kantoor, Jaabeursplein 6, Leidseveer 10 en Daalseplein 101

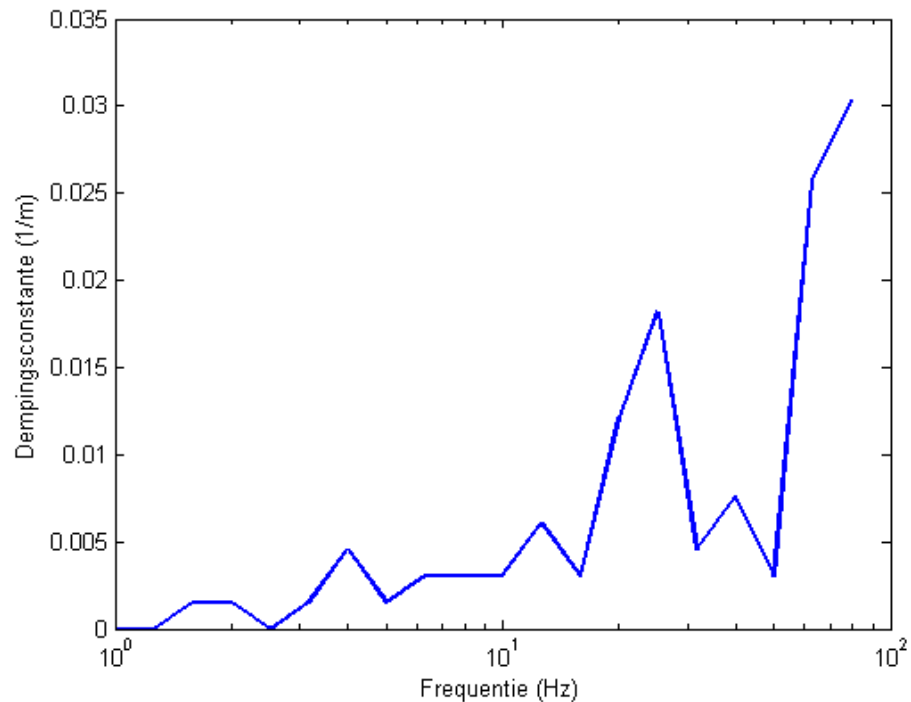
De voor de berekeningen gebruikte dempingsfactor van de bodem is weergegeven in Figuur II - 1.



Figuur II - 1 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

II.3 Hendrik Tollenstraat 1 en 5

De in de berekeningen gebruikte bodemdemping als functie van de frequentie is weergegeven in Figuur II - 2.



Figuur II - 2 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

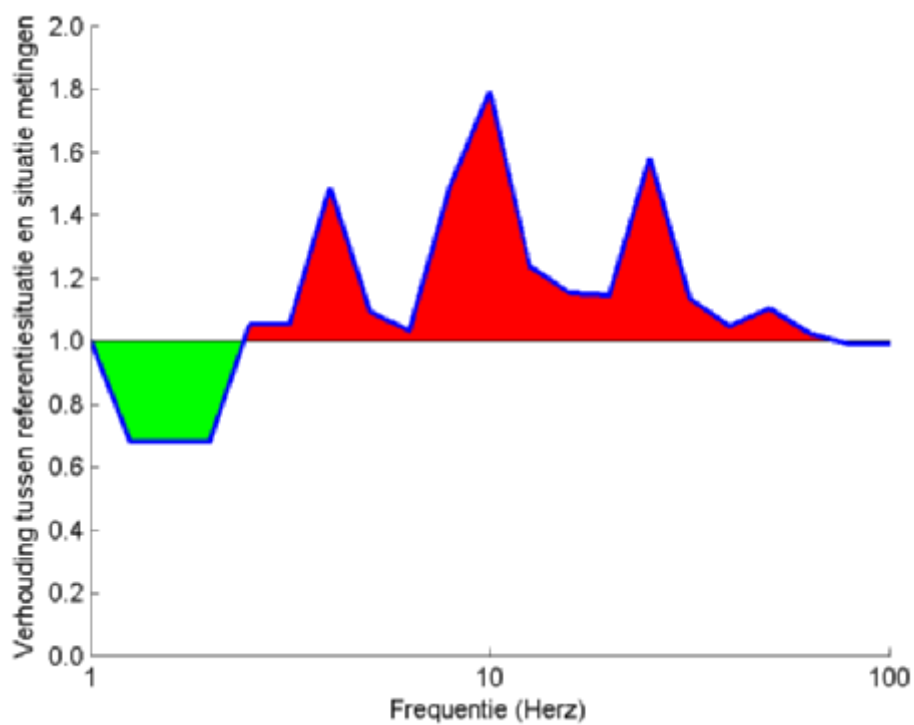
Op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud, zowel tussen de referentiesituatie en de metingen als tussen de metingen en de plansituatie. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen zijn weergegeven in Figuur II - 3.

Door de trillingssignalen van de referentiesituatie en de situatie van de metingen op elkaar te delen, kan de invloed van de taludwijziging worden bepaald. De wijziging in taludgeometrie leidt tot een afname in trillingshinder ten opzichte van de referentiesituatie, zie Figuur II - 4, aangegeven door de rode gedeeltes. De groene gedeeltes impliceren een toename in trillingssterkte van de referentie- naar de plansituatie.

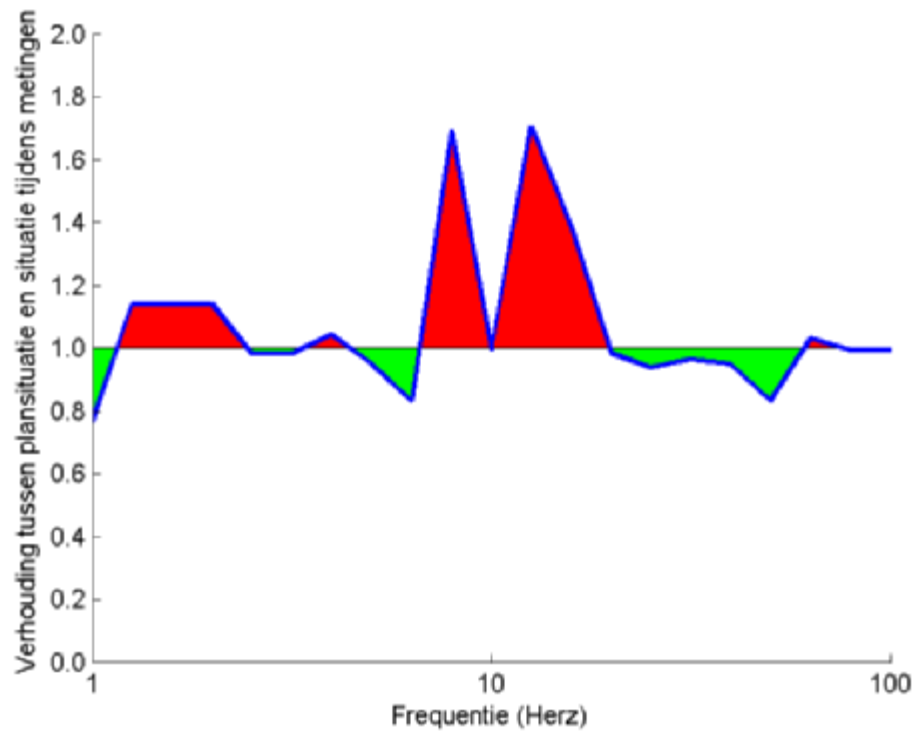
Op analoge wijze is deze verhouding bepaald voor de plansituatie, zie Figuur II - 5.



Figuur II - 3 3D- modellen van de referentiesituatie (linksboven), de tussensituatie (rechtsboven) en de plansituatie (linksonder)

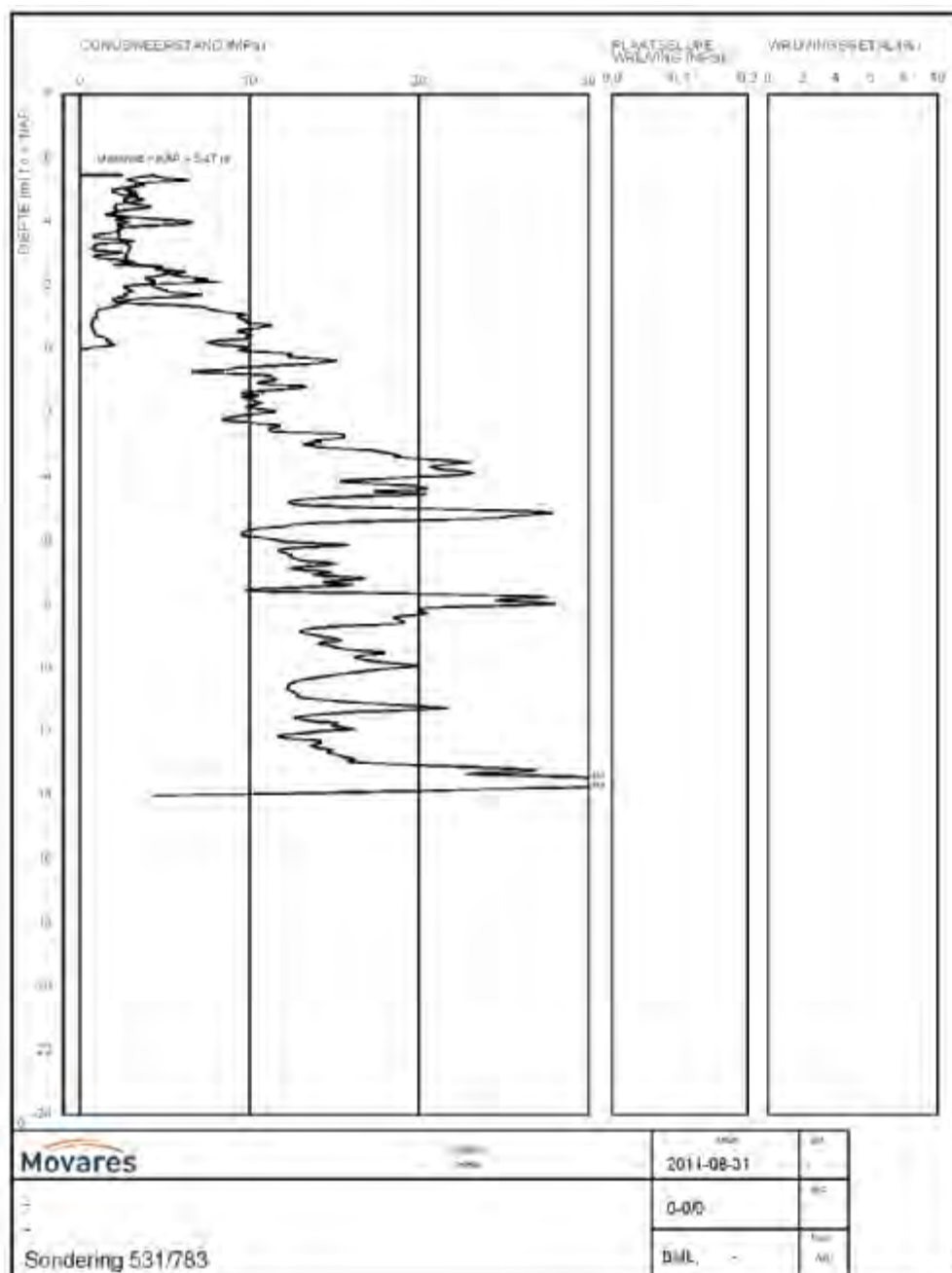


Figuur II - 4 Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen



Figuur II - 5 *Verhouding tussen plansituatie en situatie tijdens metingen*

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van een sondering. De eigenschappen van de bodemlagen in het 3D eindige elementenmodel zijn afgeleid van de geotechnische parameters uit de sondering. Voor deze locatie is sondering 531/783 gebruikt. Deze sondering is weergegeven in Figuur II - 6. De bijbehorende parameters van de grondlagen, zoals gebruikt in het model voor deze locatie, zijn weergegeven in Tabel II - 2.



Figuur II - 6 *Sondering 531/783*

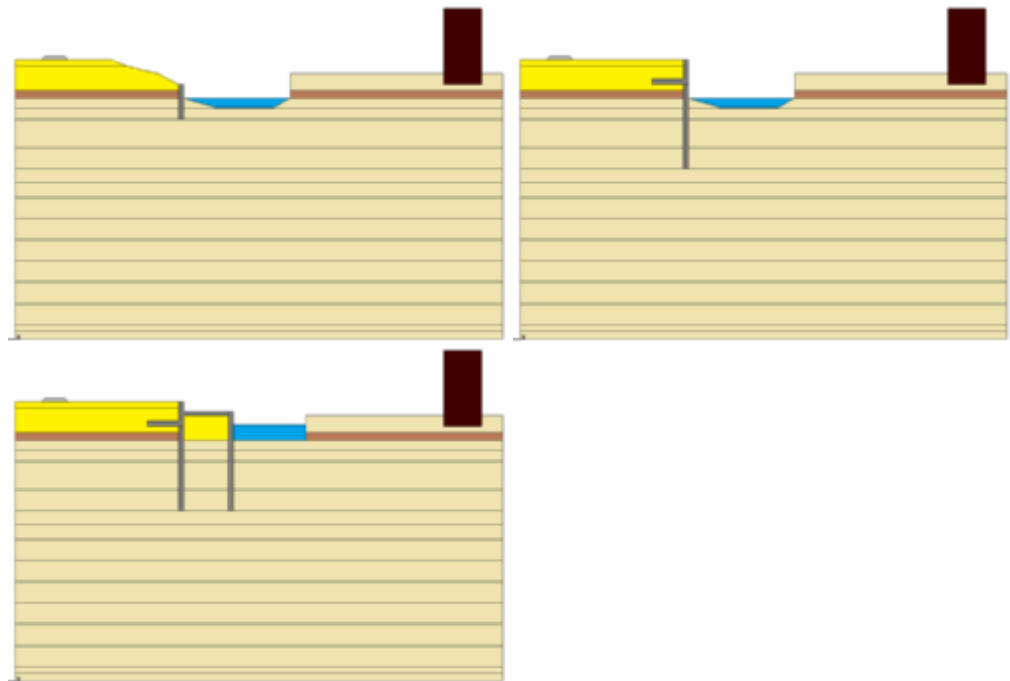
Tabel II - 2 *Grondparameters voor sondering 531/783*

grondsoort	diepte [m]		q_c [MPa]	f_w [%]	G_{dyn} [MPa]	ρ [kg/m ³]	v [-]	C_{schuif} [m/s]	ζ [%]
	van	tot							
zand	5.5	4.5	2	1	17	1800	0.45	98	3
zand	4.5	3.5	4	1	34	1800	0.45	138	3
zand	3.5	0	3	1	26	1800	0.45	120	3
klei	0	-1	3	1	26	1700	0.46	123	3
zand	-1	-2.5	1.5	2	18	1900	0.45	98	4
zand	-2.5	-4	4	0.8	31	2000	0.45	124	3
zand	-4	-8	10	0.8	77	2000	0.45	196	3
zand	-8	-11	16	0.8	123	2000	0.45	248	3
zand	-11	-13	13	0.8	100	2100	0.45	218	3
zand	-13	-10	16	0.8	123	2000	0.45	248	3

II.4 Raadwijk 2 bis A

De in de berekeningen gebruikte bodemdemping is identiek aan de bodemdemping die gebruikt is voor Hendrik Tollenstraat 1 en 5.

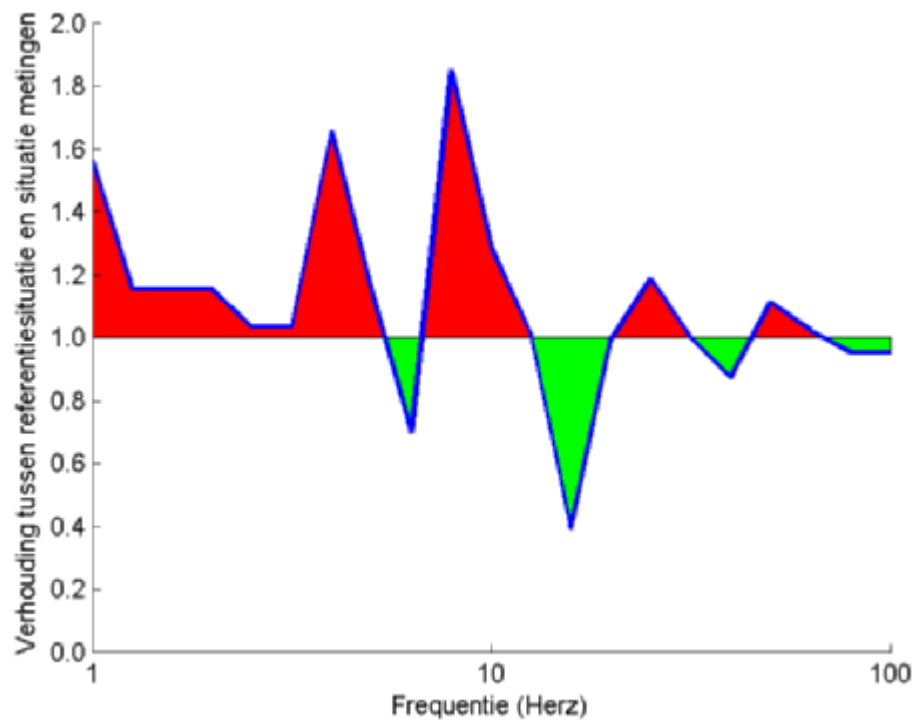
Ook op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud, zowel tussen de referentiesituatie en de metingen als tussen de metingen en de plansituatie. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de referentiesituatie, de situatie van de metingen en de plansituatie zijn weergegeven in Figuur II - 7.



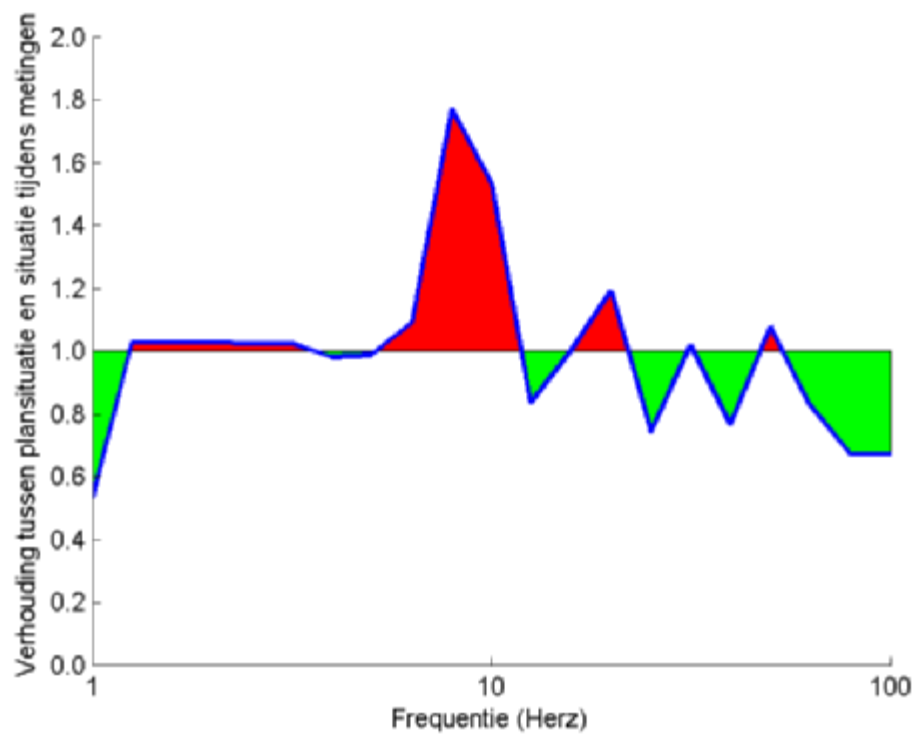
Figuur II - 7 3D-modellen van de referentiesituatie (linksboven), de tussensituatie (rechtsboven) en de plansituatie (linksonder)

Door de trillingssignalen van de referentiesituatie en de situatie van de metingen op elkaar te delen, kan de invloed van de taludwijziging worden bepaald. De wijziging in taludgeometrie heeft slechts een beperkte invloed op de trillingshinder, zie Figuur II - 8. Bij bepaalde frequenties is een reducerend effect zichtbaar, terwijl bij andere frequenties een versterkend effect optreedt.

Op analoge wijze is deze verhouding bepaald voor de plansituatie, zie Figuur II - 9.



Figuur II - 8 *Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen*

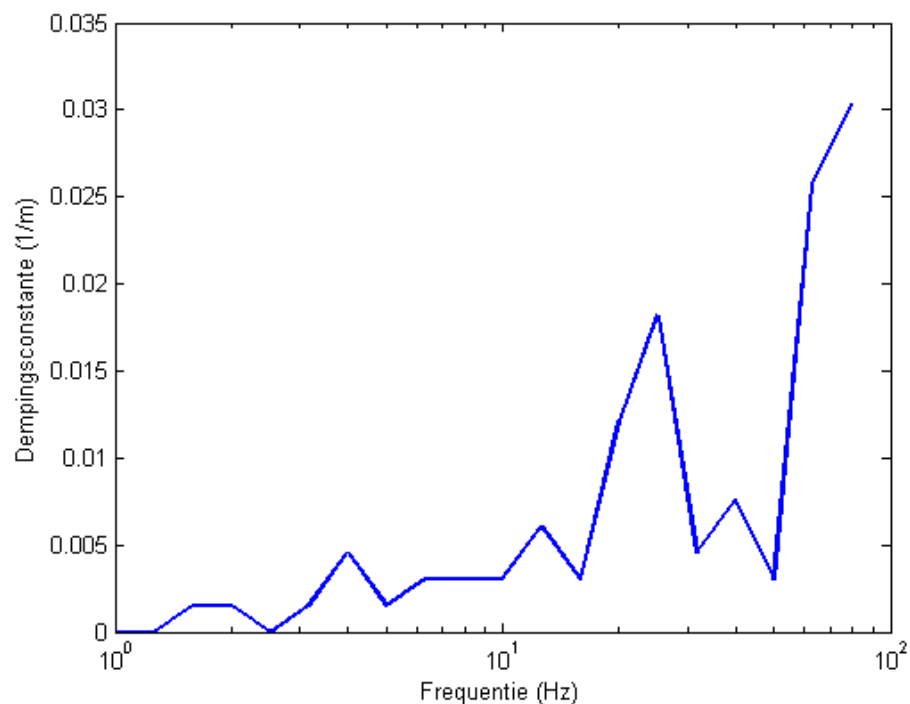


Figuur II - 9 *Verhouding tussen situatie tijdens metingen en plansituatie*

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van dezelfde sondering en bodemeigenschappen als bij Hendrik Tollensstraat 5.

II.5 Tolsteegplantsoen 10-3

De in de berekeningen gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 10.



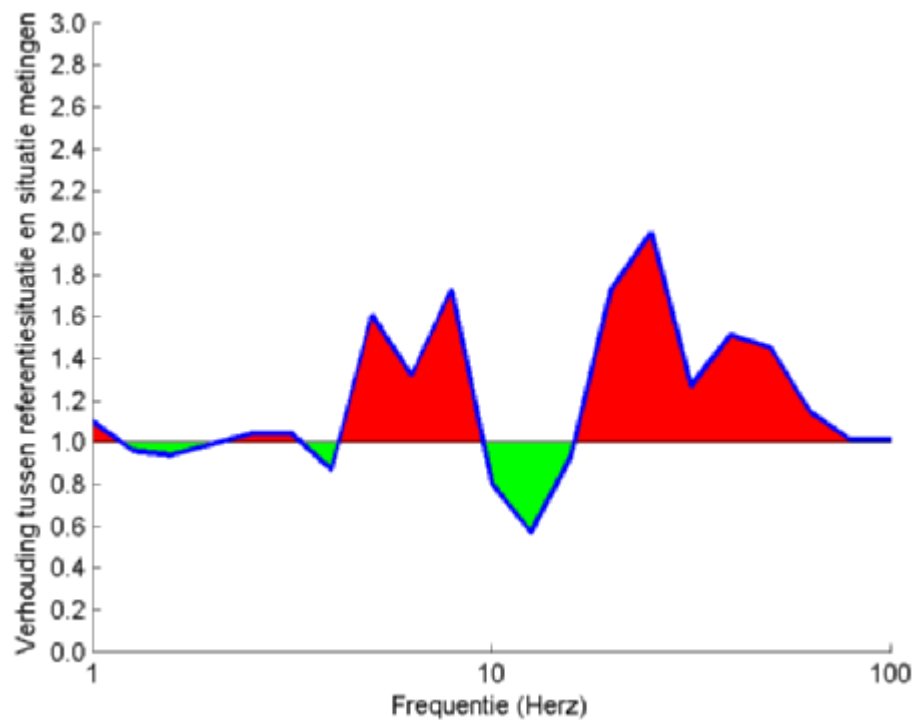
Figuur II - 10 Dempingsfactor α als functie van de frequentie

Op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud. Tussen de referentiesituatie en de metingen is de geometrie op deze locatie gewijzigd door het realiseren van een grondkerende constructie. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de referentiesituatie en de situatie van de metingen zijn weergegeven in Figuur II - 11.



Figuur II - 11 3D-modellen van de referentiesituatie (links) en de plansituatie (rechts)

Door de trillingssignalen van de plansituatie en de referentiesituatie op elkaar te delen, kan de invloed van het effect van de grondkerende constructie worden bepaald, deze leidt tot een afname in de trillingssterkte, zie Figuur II - 12.



Figuur II - 12 *Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen*

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van een sondering. De eigenschappen van de bodemlagen in het 3D eindige elementenmodel zijn afgeleid van de geotechnische parameters uit de sondering. Voor deze locatie is sondering 531/800 gebruikt. Deze sondering is weergegeven in Figuur II - 13. De bijbehorende parameters van de grondlagen, zoals gebruikt in het model voor deze locatie, zijn weergegeven in Tabel II - 3.

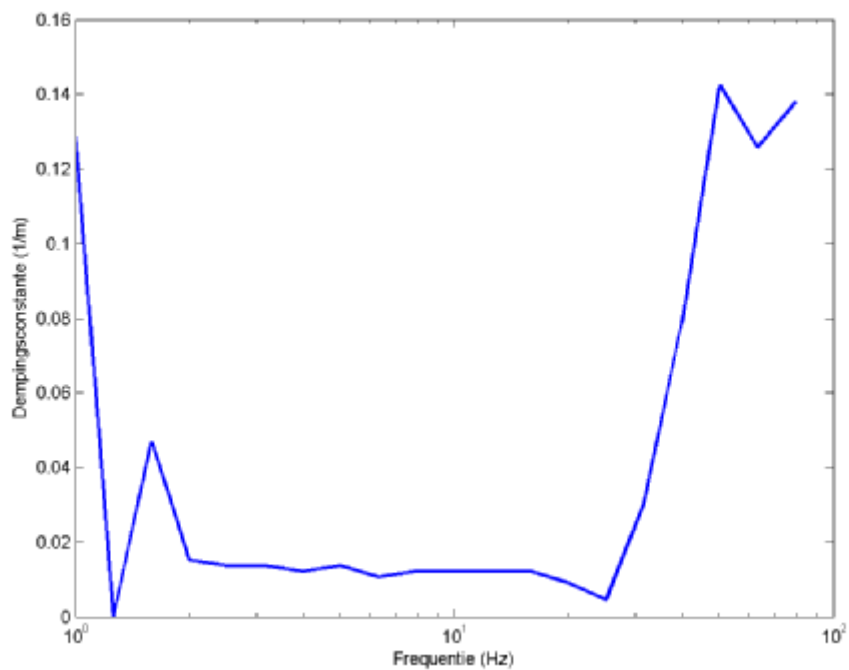


Tabel II - 3 *Grondparameters voor sondering 531/800*

grondsoort	diepte [m]		q_c [MPa]	f_w [%]	G_{dyn} [MPa]	ρ [kg/m ³]	v [-]	C_{schuif} [m/s]	ζ [%]
	van	tot							
zand	2	-2	4	1	34	1700	0.3	142	3
zand	-2	-3.5	10	1	86	1700	0.45	225	3
zand	-3.5	-11	6	1	52	1800	0.45	169	3
zand	-11	-16.5	11	1	95	1900	0.45	223	3
zand	-16.5	-20.5	4	1	34	2000	0.45	131	3
zand	-20.5	-24.5	20	2	243	2050	0.45	344	3
zand	-24.5	-26	45	1	387	2200	0.45	419	3

II.6 Tolsteegplantsoen 45-3, Saffierlaan 10-680 en 10-770 en Kariboestraat 49

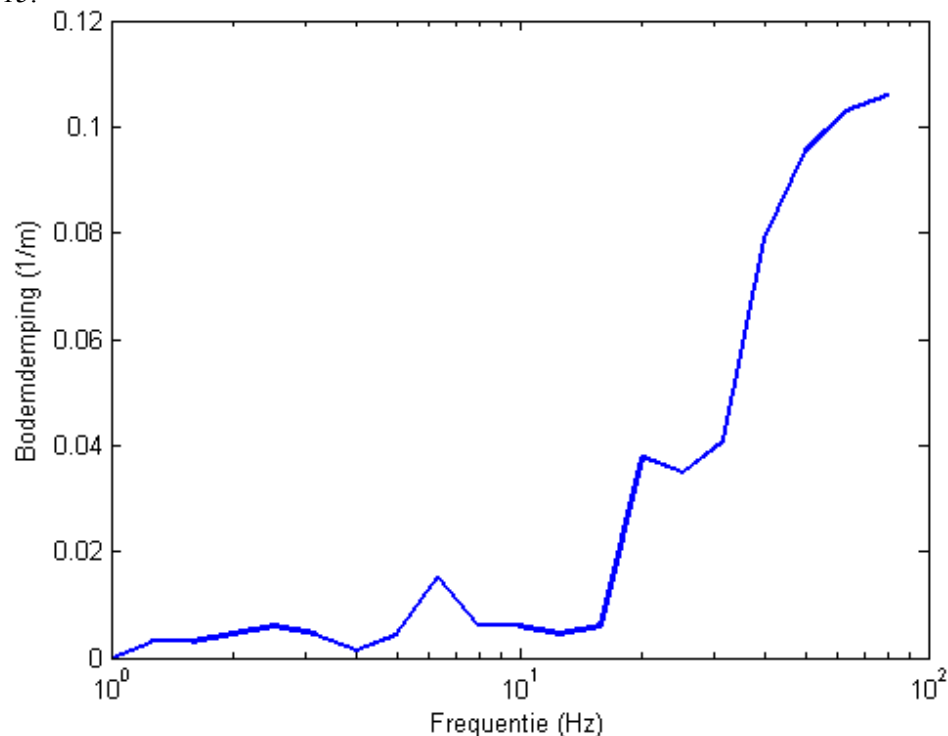
De in de berekeningen gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 14.



Figuur II - 14 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

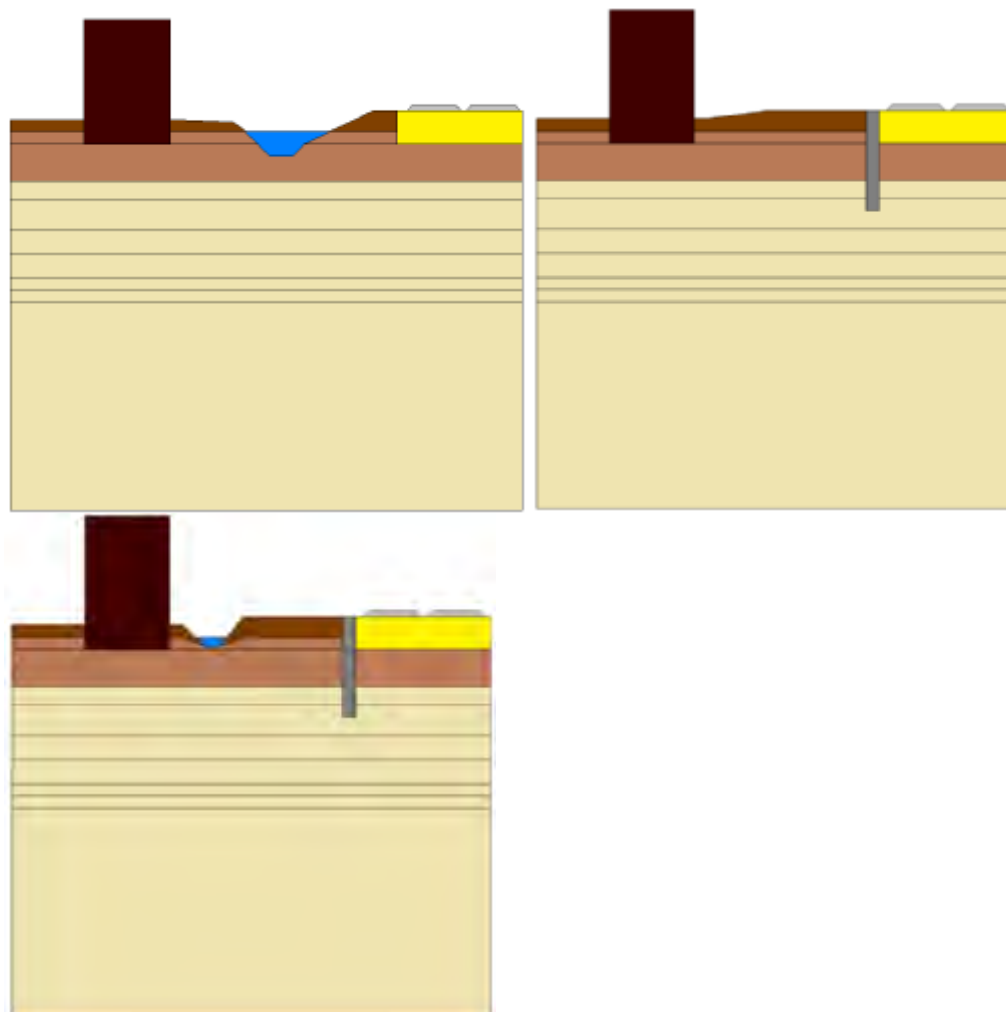
II.7 Engelsmanplaat 18, 36 en 48

De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 15.



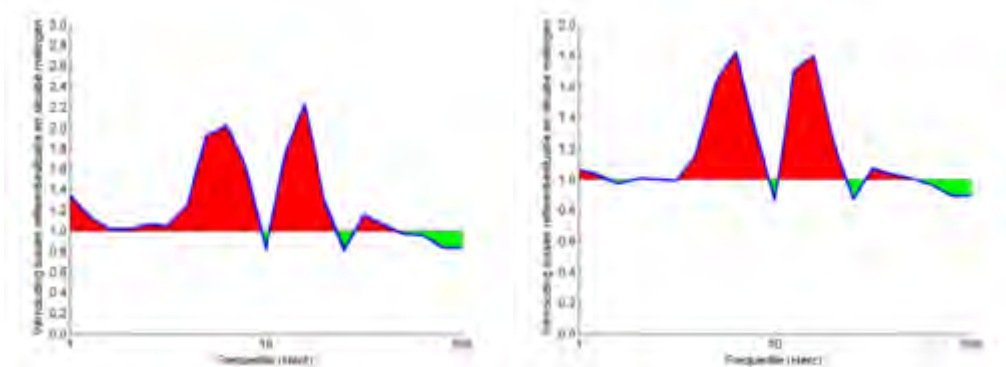
Figuur II - 15 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

Op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud. Zo is tussen de referentiesituatie en de metingen de spoorsloot gedempt en een OTC gerealiseerd. In de plansituatie wordt opnieuw een spoorsloot gerealiseerd, met kleinere afmetingen dan die in de referentiesituatie. Voor al deze wijzigingen is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de verschillende situaties zijn weergegeven in Figuur II - 16.

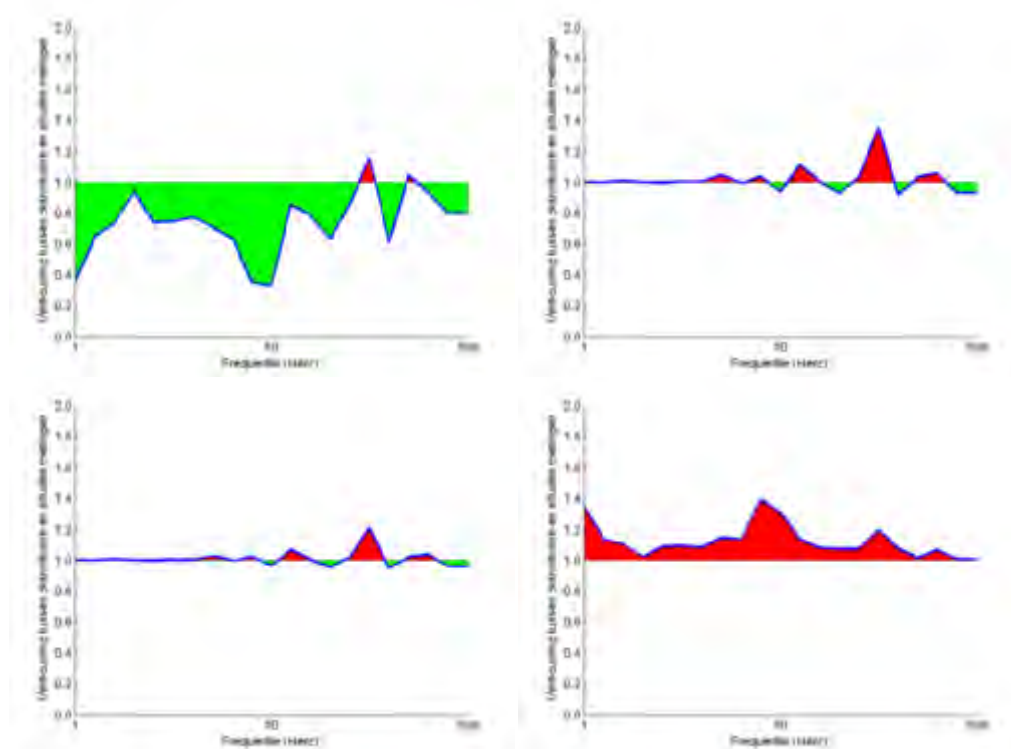


Figuur II - 16 3D-modellen van de referentiesituatie (linksboven), de tussensituatie (rechtsboven) en de plansituatie (linksonder)

Door de trillingssignalen van de referentiesituatie en de situatie van de metingen op elkaar te delen kan per spoor de invloed van de wijzigingen worden bepaald, zie Figuur II - 17. Op analoge wijze is dit voor de plansituatie uitgevoerd, zie Figuur II - 18.

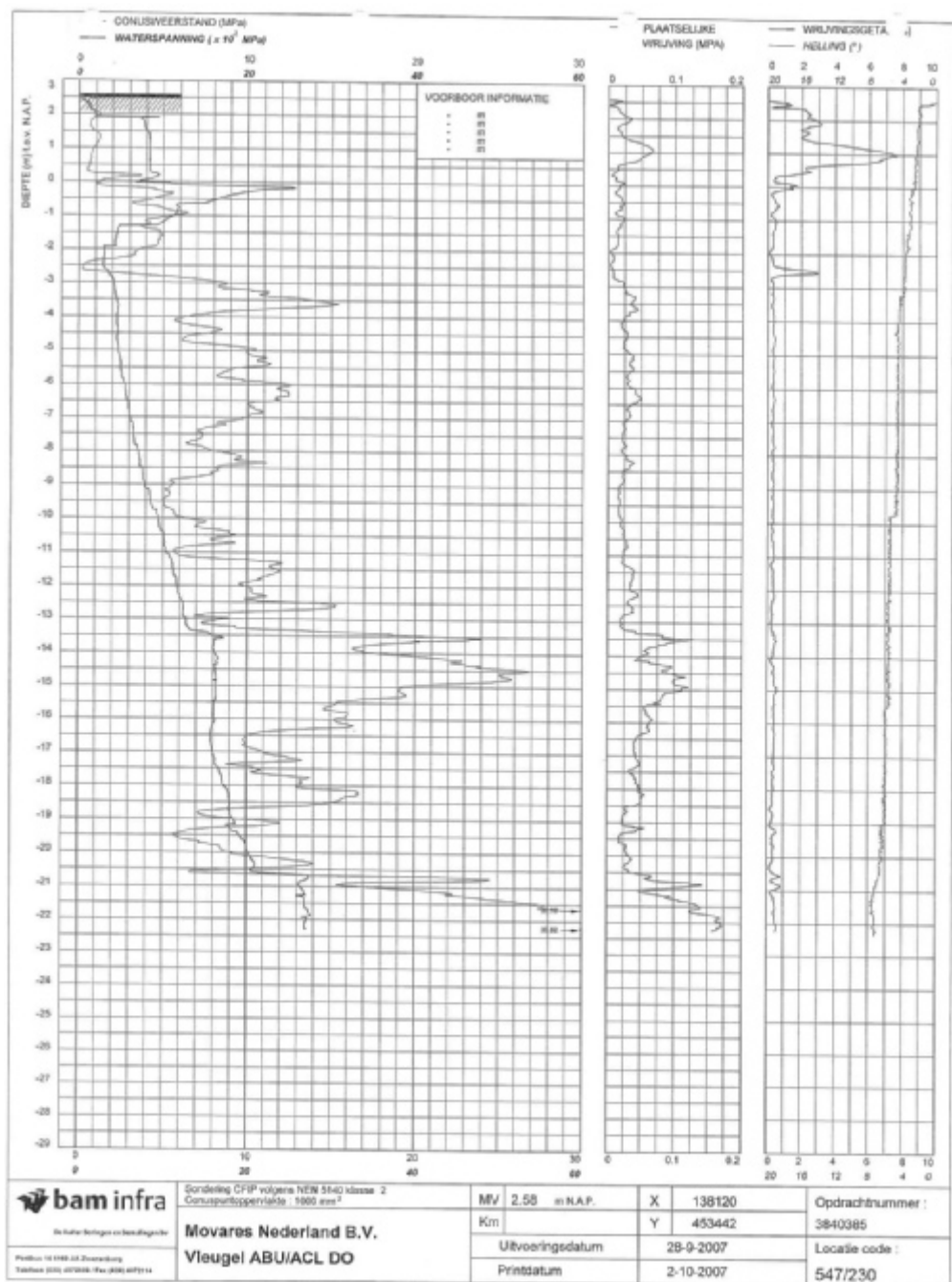


Figuur II - 17 Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen, links het meest dichtbijgelegen spoor (spoor 1), rechts het tweede spoor



Figuur II - 18 *Verhouding tussen plansituatie en situatie tijdens metingen (spoor 1 tot spoor 4)*

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van een sondering. De eigenschappen van de bodemlagen in het 3D eindige elementenmodel zijn afgeleid van de geotechnische parameters uit de sondering. Voor deze locatie is sondering 547/230 gebruikt. Deze sondering is weergegeven in Figuur II - 19. De bijbehorende parameters van de grondlagen, zoals gebruikt in het model voor deze locatie, zijn weergegeven in Tabel II - 4.



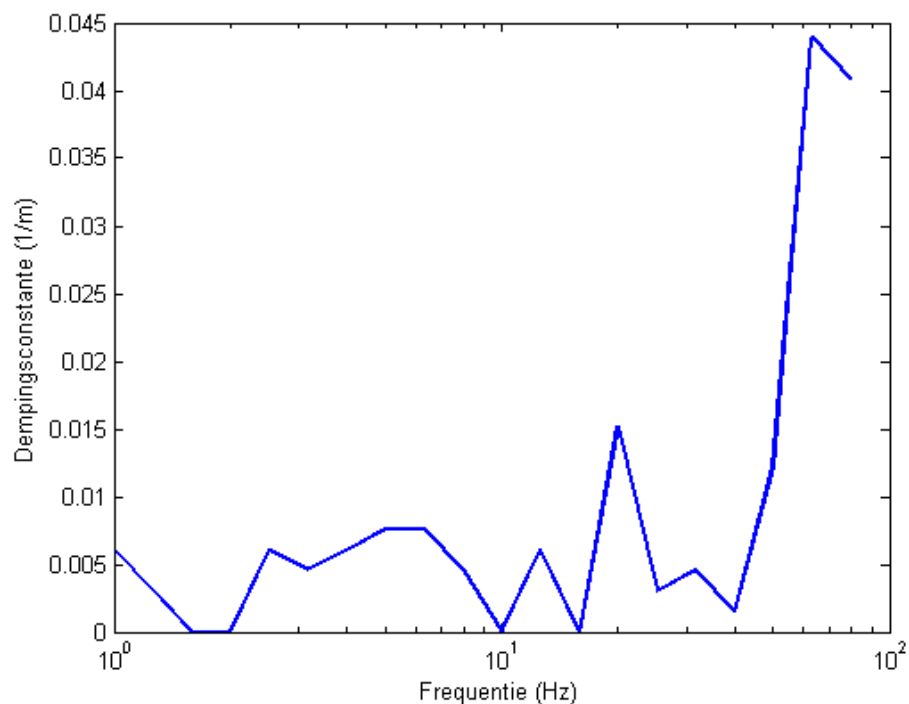
Figuur II - 19 Sondering 547/230

Tabel II - 4 *Grondparameters voor sondering 547/230*

grondsoort	diepte [m]		q_c [MPa]	f_w [%]	G_{dyn} [MPa]	ρ [kg/m ³]	ν [-]	C_{schuif} [m/s]	ζ [%]
	van	tot							
veen	2.5	1.5	0.8	2	10	1300	0.48	87	5
klei	1.5	0	0.7	4	12	1600	0.48	87	5
klei	0	-2.5	3	0.5	18	1800	0.48	101	5
zand	-2.5	-4	10	0.7	72	2000	0.45	190	3
zand	-4	-9	9	0.3	42	2000	0.45	146	3
zand	-9	-11	6.5	0.3	31	2000	0.45	124	3
zand	-11	-13	11.5	0.3	54	2000	0.45	165	3
zand	-13	-17	18.5	0.3	87	2050	0.45	206	3
zand	-17	-20	11	0.3	52	2050	0.45	159	3
zand	-20	-30	25	0.3	118	2050	0.45	240	3

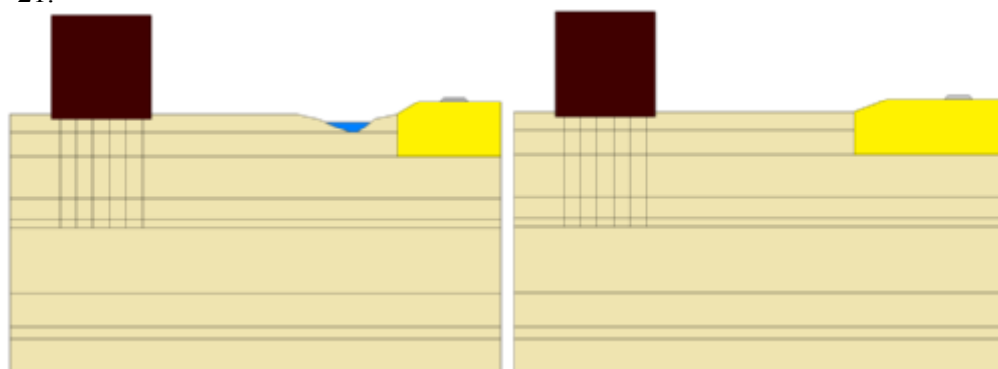
II.8 De Wadden 87en 99

De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 20.



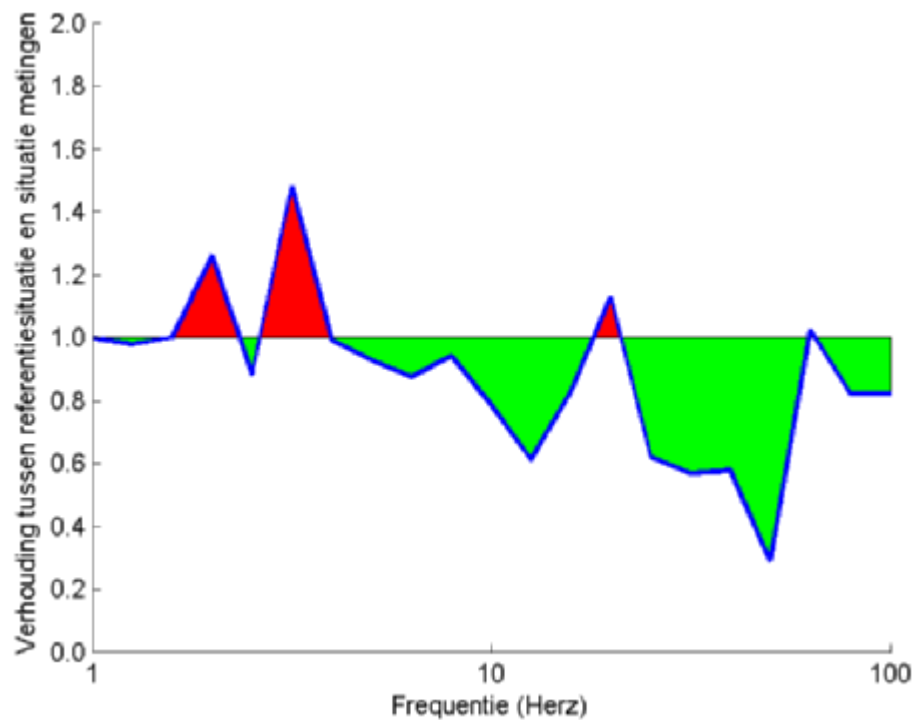
Figuur II - 20 Dempingsfactor α als functie van de frequentie

Op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud. Tussen de referentiesituatie en de metingen is de geometrie op deze locatie gewijzigd. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de referentiesituatie en de situatie van de metingen zijn weergegeven in Figuur II - 21.



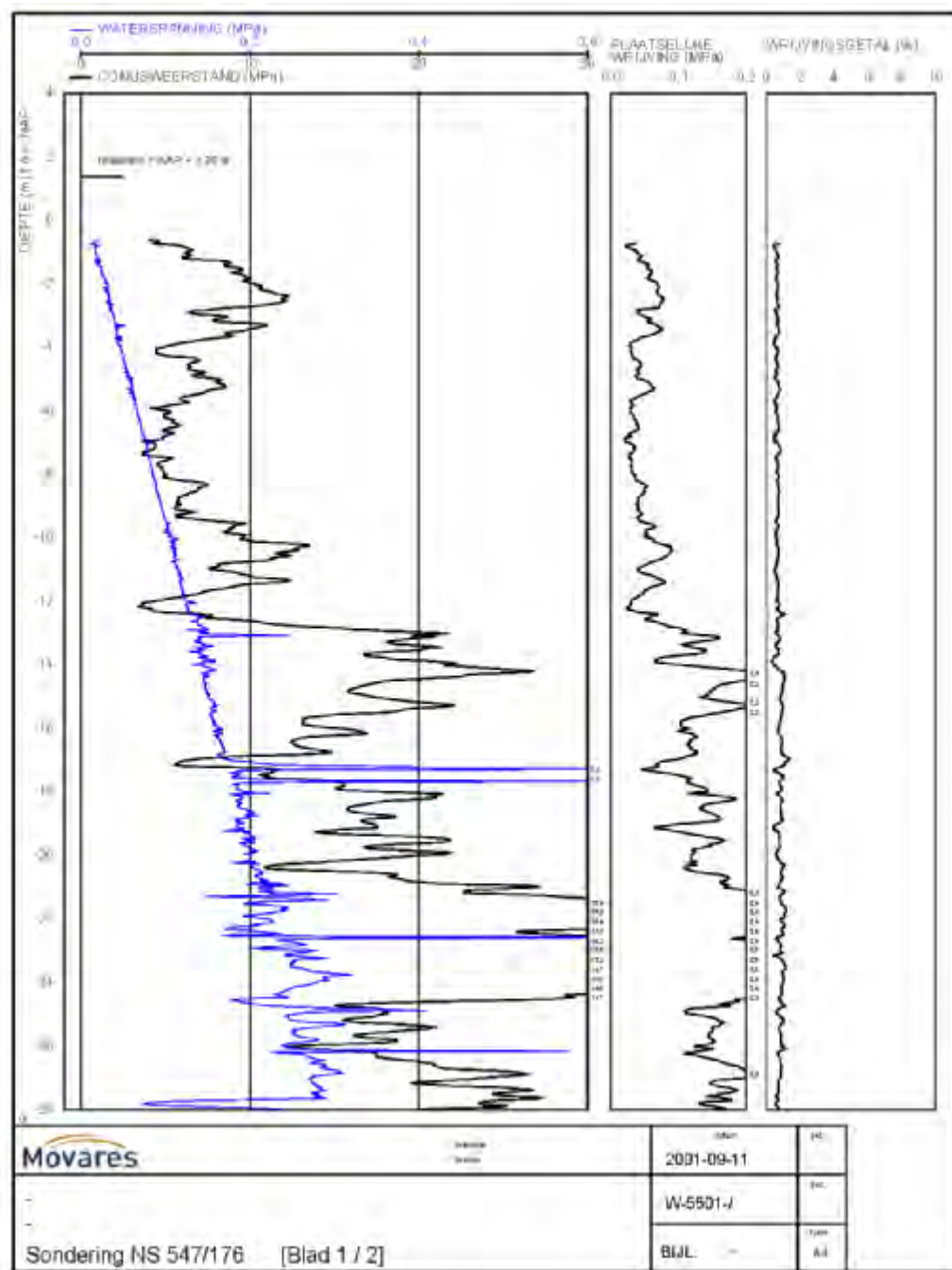
Figuur II - 21 3D-modellen van de referentiesituatie (links) en de tussen- en plansituatie (rechts)

Door de trillingssignalen van de referentiesituatie en de situatie van de metingen op elkaar te delen, kan de invloed van het effect van het verwijderen van de sloot worden bepaald. Het verwijderen van de sloot leidt tot een toename in de trillingssterkte (Figuur II - 22).

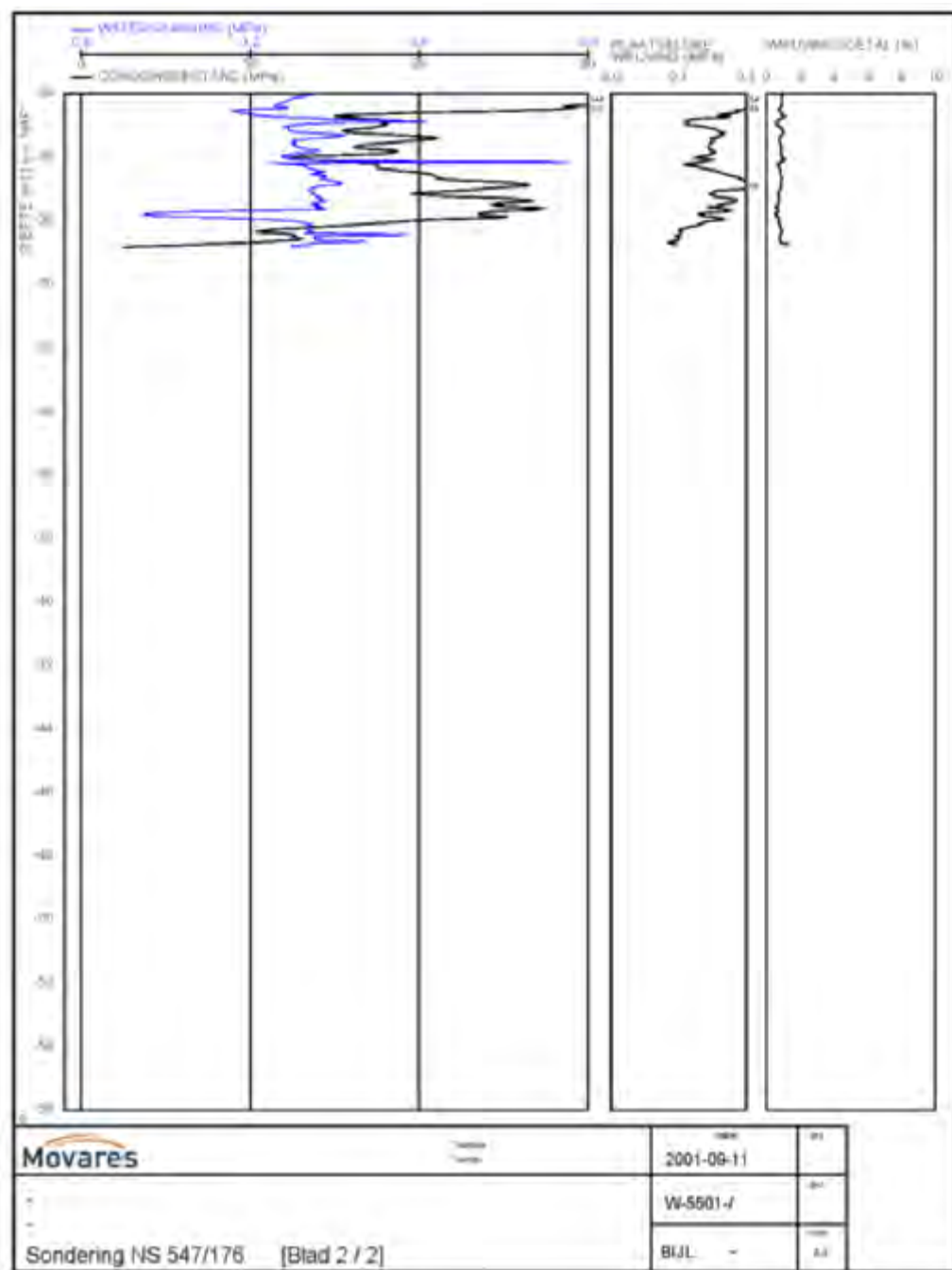


Figuur II - 22 *Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen*

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van een sondering. De eigenschappen van de bodemlagen in het 3D eindige elementenmodel zijn afgeleid van de geotechnische parameters uit de sondering. Voor deze locatie is sondering 547/176 gebruikt. Deze sondering is weergegeven in Figuur II - 23 en Figuur II - 24. De bijbehorende parameters van de grondlagen, zoals gebruikt in het model voor deze locatie, zijn weergegeven in Tabel II - 5.



Figuur II - 23 Sondering 547/176 (deel 1)



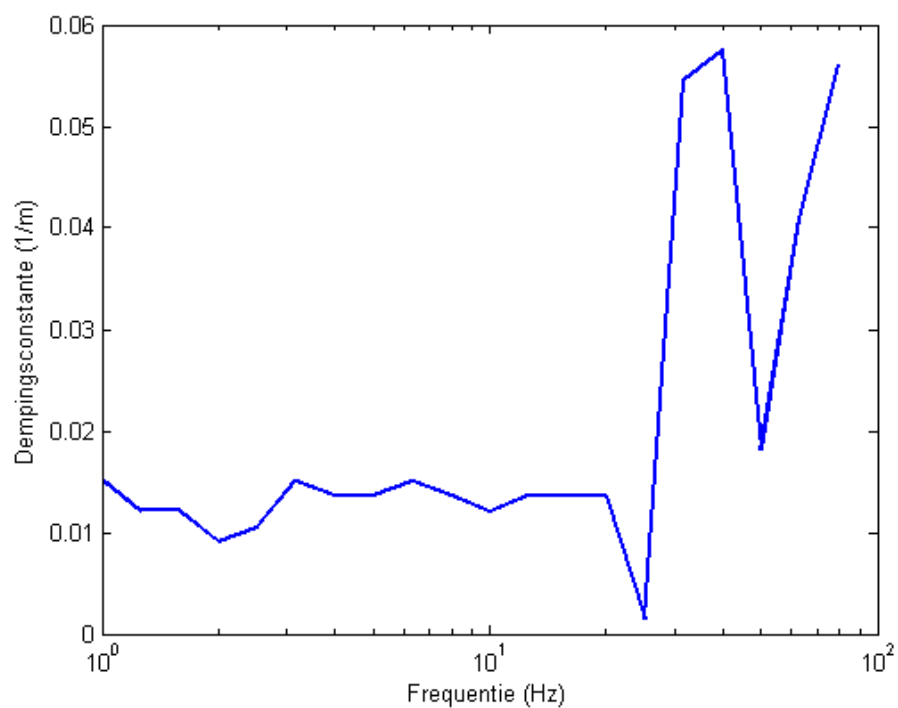
Figuur II - 24 Sondoring 547/176 (deel 2)

Tabel II - 5 *Grondparameters voor sondering 547/176*

grondsoort	diepte [m]		q_c [MPa]	f_w [%]	G_{dyn} [MPa]	ρ [kg/m ³]	v [-]	C_{schuif} [m/s]	ζ [%]
	van	tot							
zand	1.4	-1	4	1	34	1700	0.3	142	3
zand	-1	-4	10	1	86	1950	0.45	210	3
zand	-4	-9	6	1	52	1900	0.45	165	3
zand	-9	-11.5	11	1	95	1950	0.45	220	3
zand	-11.5	-12.5	4	1	34	1900	0.45	135	3
zand	-12.5	-20.5	20	1	172	2050	0.45	290	3
zand	-20.5	-24.5	45	1	387	2200	0.45	419	3
zand	-24.5	-26	18	1	155	2000	0.45	278	3
zand	-26	-30	25	1	215	2200	0.45	313	3

II.9 Nieuwe Houtenseweg 2

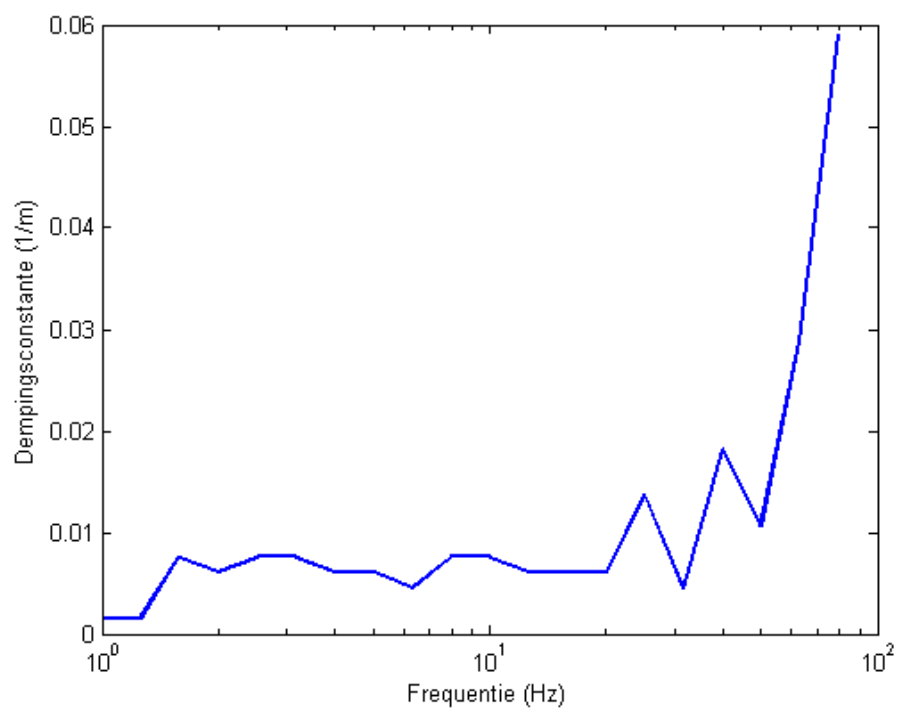
De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 25



Figuur II - 25 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

II.10 Nieuwe Houtenseweg 27 en Mereveldseweg 15

De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 26

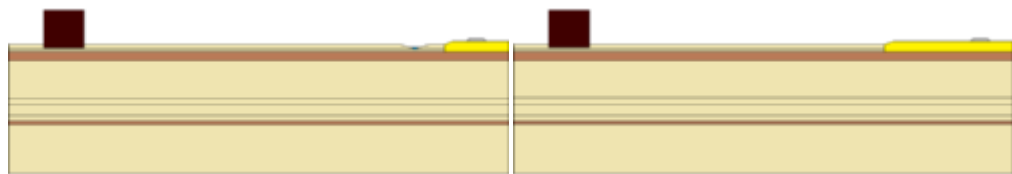


Figuur II - 26 Dempingsfactor α als functie van de frequentie

II.11 Nieuwe Houtenseweg 55

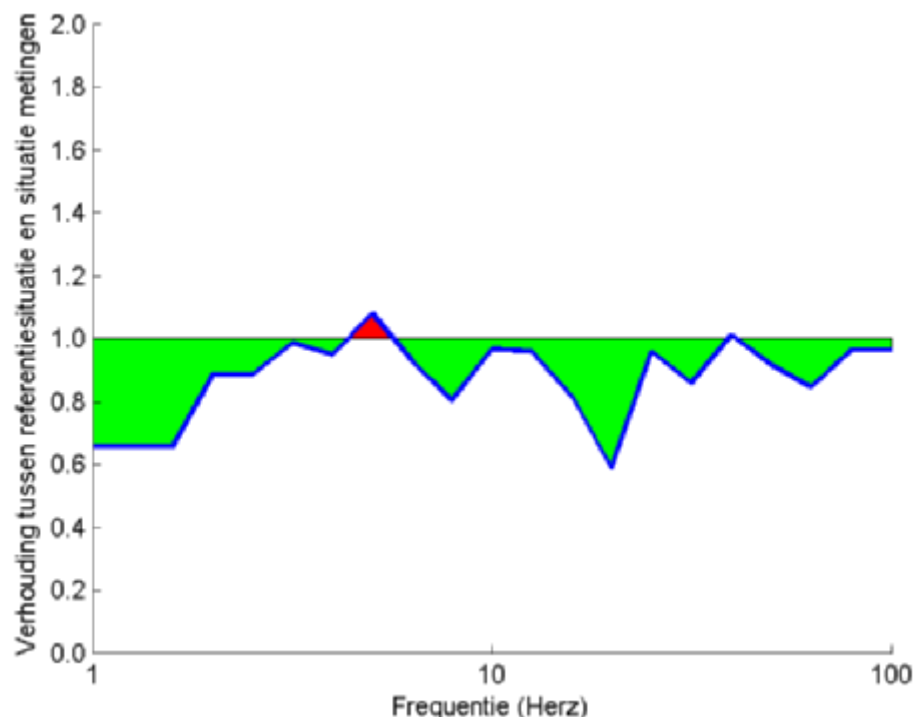
De in de berekeningen gebruikte dempingsfactor voor de bodem is identiek aan die voor Nieuwe Houtenseweg 27.

Op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud. Tussen de referentiesituatie en de metingen is de geometrie op deze locatie gewijzigd. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de referentiesituatie en de situatie van de metingen zijn weergegeven in Figuur II - 27.



Figuur II - 27 3D-modellen van de referentiesituatie (links) en de tussen- en plansituatie (rechts)

Door de trillingssignalen van de plansituatie en de referentiesituatie op elkaar te delen, kan de invloed van het effect van het verwijderen van de sloot worden bepaald. Het verwijderen van de sloot leidt tot een toename in de trillingssterkte (Figuur II - 28).



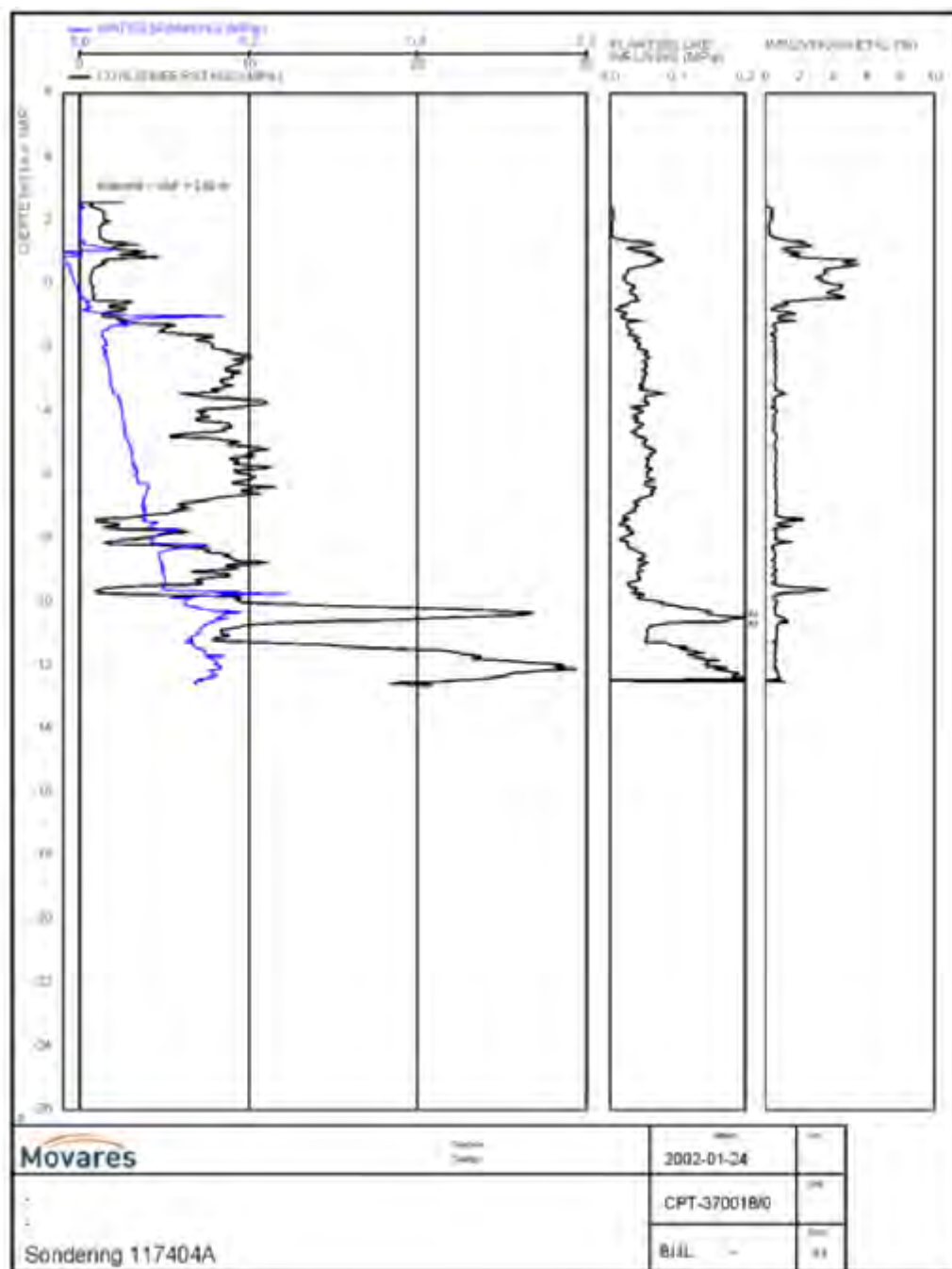
Figuur II - 28 Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van een sondering. De eigenschappen van de bodemlagen in het 3D eindige elementenmodel zijn afgeleid van de geotechnische parameters uit de sondering. Voor deze locatie is sondering 117/404 gebruikt. Deze sondering is weergegeven in Figuur II - 29. De

bijbehorende parameters van de grondlagen, zoals gebruikt in het model voor deze locatie, zijn weergegeven in Tabel II - 6.

Tabel II - 6 *Grondparameters voor sondering 117/404*

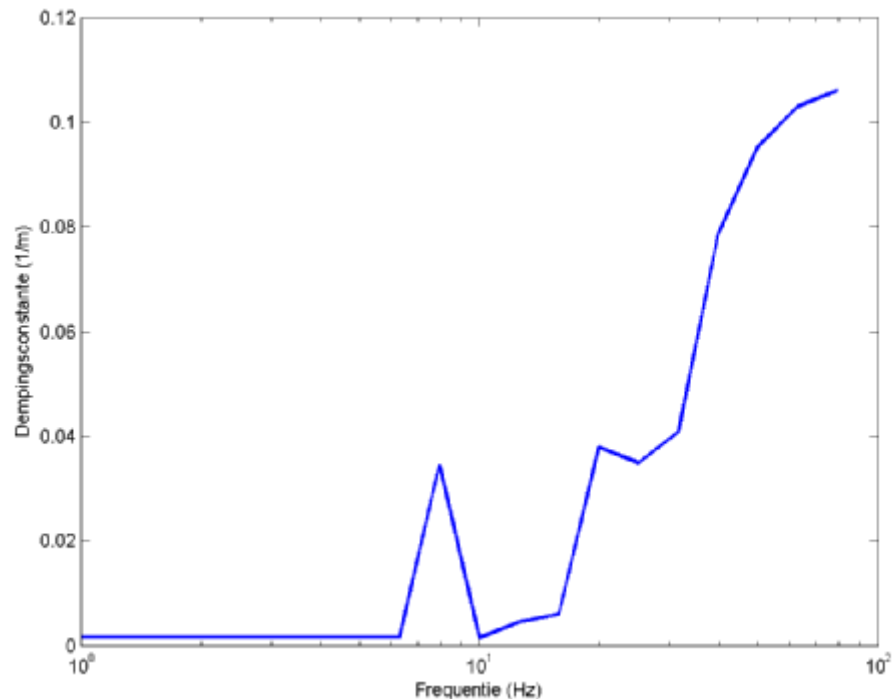
grondsoort	diepte [m]		q_c [MPa]	f_w [%]	G_{dyn} [MPa]	ρ [kg/m ³]	ν [-]	C_{schuif} [m/s]	ζ [%]
	van	tot							
zand	2.5	1.5	2	0.5	12	1700	0.3	85	3
zand	1.5	1	4	2	49	1700	0.3	169	3
klei	1	-0.5	2	4	34	1800	0.46	138	4
zand	-0.5	-7	1	0.5	6	1900	0.45	57	3
zand	-7	-8	16	1.5	169	2000	0.45	290	3
zand	-8	-10	30	1	258	2100	0.45	351	3
zand	-10	-11	10	0.5	61	2000	0.45	174	3
zand	-11	-11.5	16	0.5	97	2000	0.45	221	3
zand	-11.5	-20	16	0.5	97	2000	0.45	221	3



Figuur II - 29 Sondering 117/404

II.12 Houtensepad 200

De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 30.



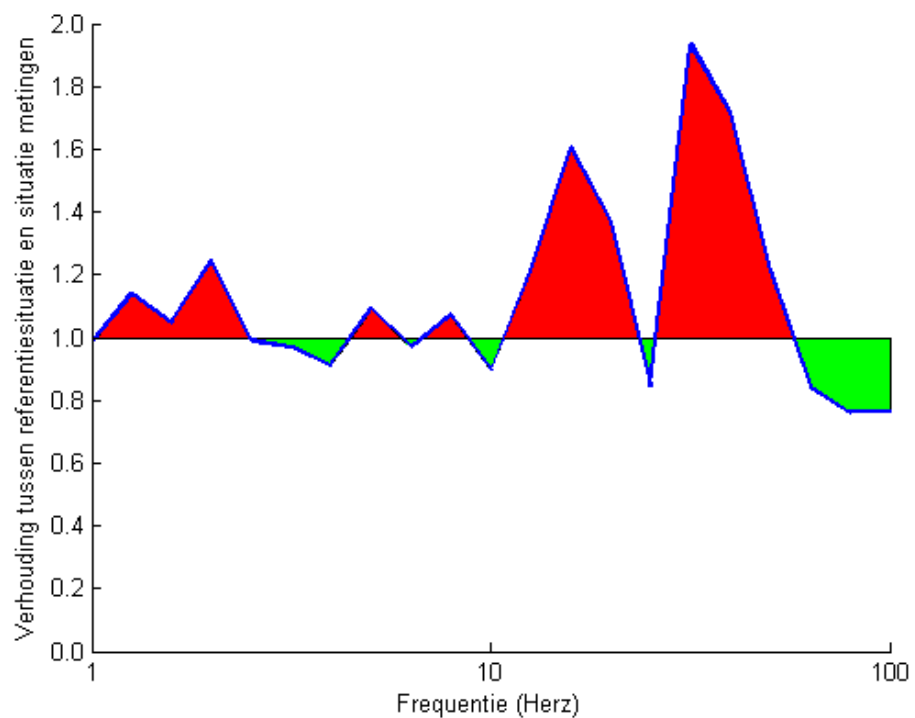
Figuur II - 30 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

Op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud. Tussen de referentiesituatie en de metingen is de geometrie op deze locatie gewijzigd. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de referentiesituatie en de situatie van de metingen zijn weergegeven in Figuur II - 31.



Figuur II - 31 *3D-modellen van de referentiesituatie (links) en de tussen- en plansituatie (rechts)*

Door de trillingssignalen van de referentiesituatie en de situatie tijdens de metingen op elkaar te delen, kan de invloed van het effect van het plaatsen van de sloot worden bepaald. Het plaatsen van de sloot leidt tot een afname in de trillingssterkte (Figuur II - 32).

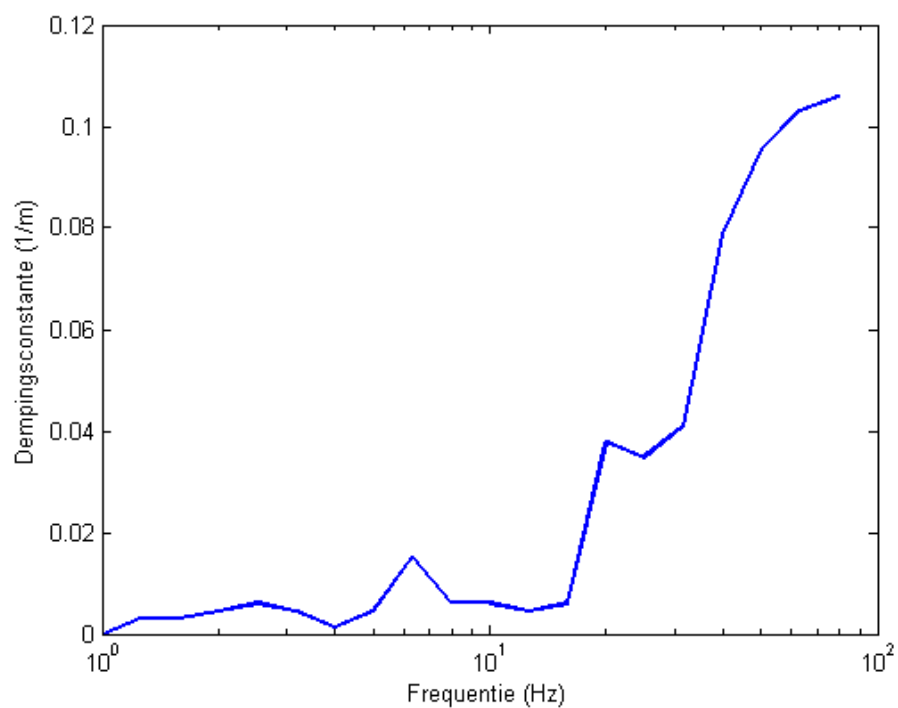


Figuur II - 32 *Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen*

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van dezelfde sondering als voor Engelsmanplaat 18, 36 en 48.

II.13 Koningsweg 187, Rijndijk 27 en 23

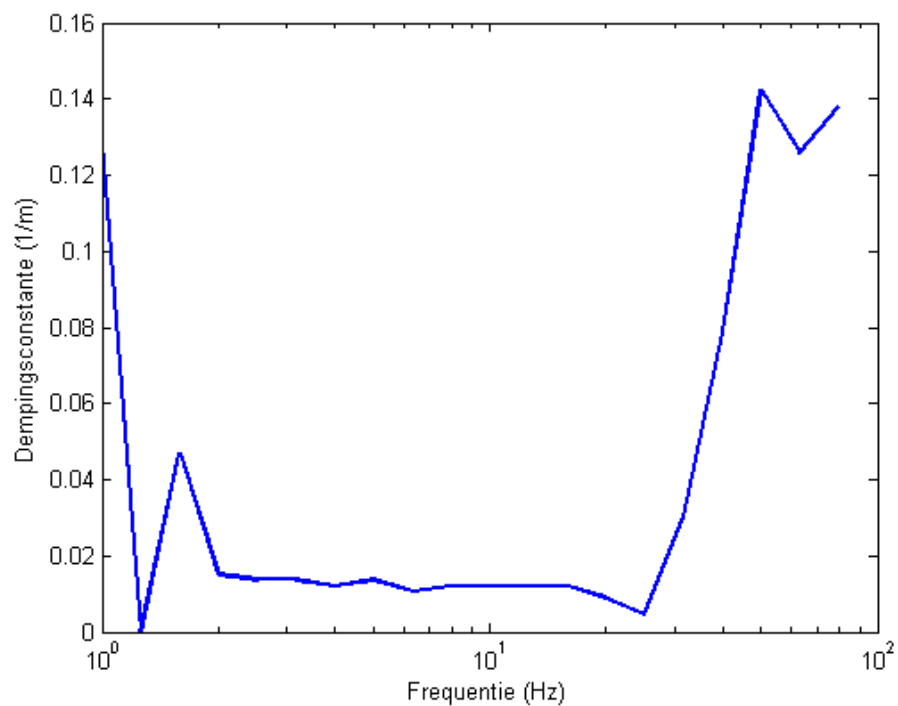
De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 33.



Figuur II - 33 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

II.14 Oude Houtensepad 76

De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 34.

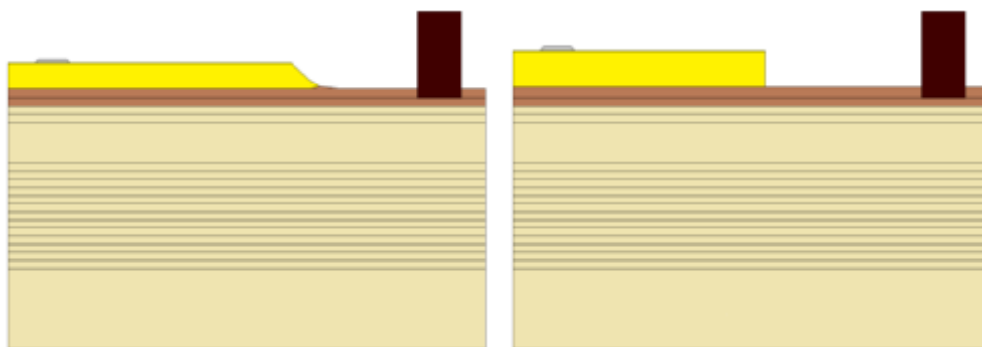


Figuur II - 34 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

II.15 Pelikaanstraat 40 bis

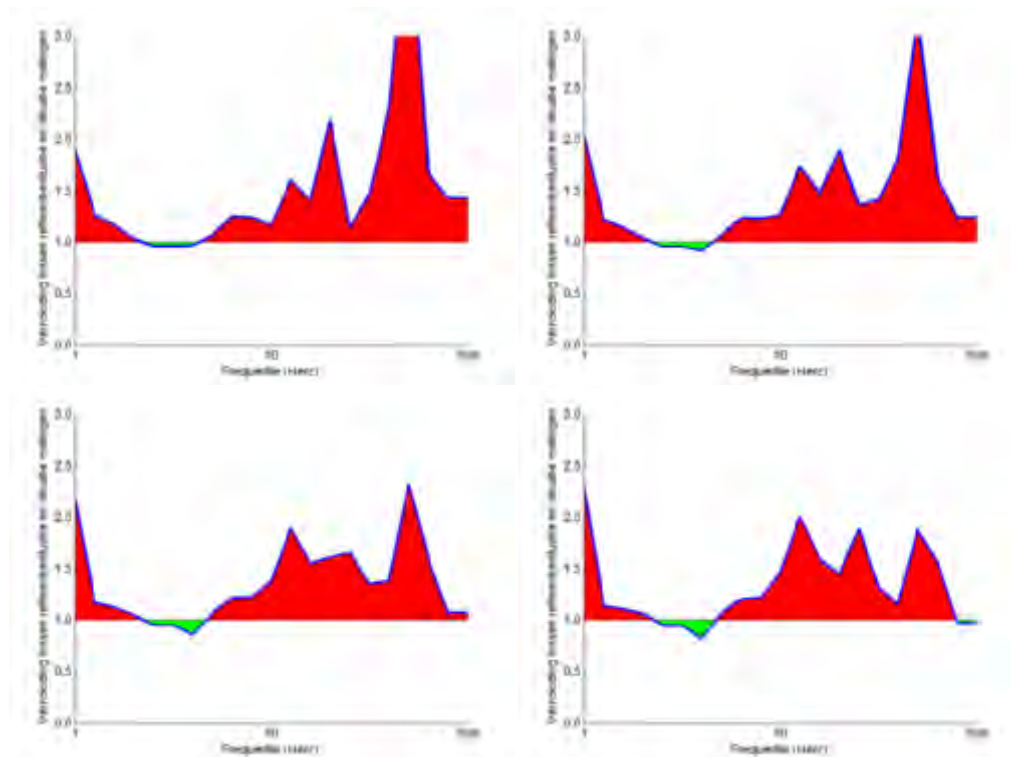
De in de berekeningen gebruikte bodemdemping is identiek aan die van Oude Houtensepad 76.

Op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud. Door middel van geotextiel wordt een grondkerende constructie ten behoeve van de realisatie van de *Uithoflijn* gemaakt. Tussen de referentiesituatie en de metingen is de geometrie op deze locatie gewijzigd. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de referentiesituatie en de situatie van de metingen zijn weergegeven in Figuur II - 35.



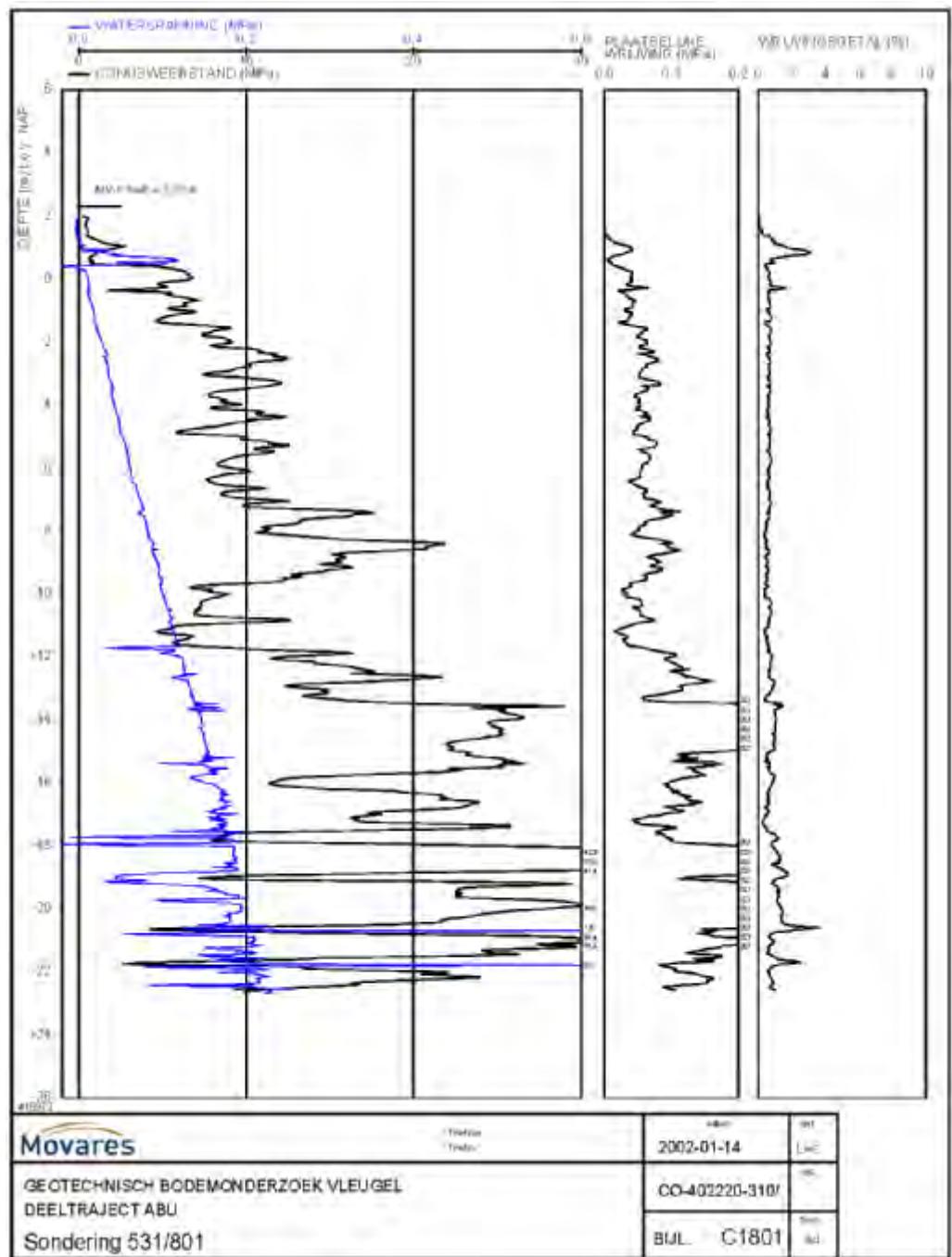
Figuur II - 35 3D-modellen van de referentiesituatie (links) en de tussen- en plansituatie (rechts)

Door de trillingssignalen van de referentiesituatie en de situatie van de metingen op elkaar te delen, kan de invloed van het effect van de taludaanpassing worden bepaald per spoor. Het aanpassen van het talud leidt tot een afname in de trillingssterkte (Figuur II - 36).



Figuur II - 36 *Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen*

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van een sondering. De eigenschappen van de bodemlagen in het 3D eindige elementenmodel zijn afgeleid van de geotechnische parameters uit de sondering. Voor deze locatie is sondering 531/801 gebruikt. Deze sondering is weergegeven in Figuur II - 37. De bijbehorende parameters van de grondlagen, zoals gebruikt in het model voor deze locatie, zijn weergegeven in Tabel II - 7.



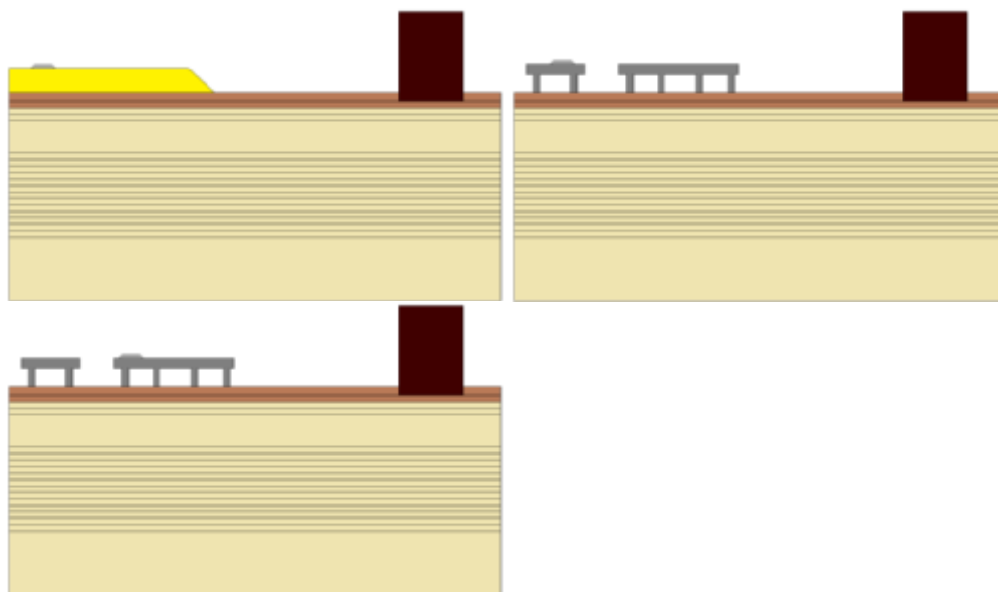
Figuur II - 37 *Sondering 531/801*

Tabel II - 7 *Grondparameters voor sondering 531/801*

grondsoort	diepte [m]		q_c [MPa]	f_w [%]	G_{dyn} [MPa]	ρ [kg/m ³]	v [-]	C_{schuif} [m/s]	ζ [%]
	van	tot							
klei	2	1	2	2	24	1600	0.48	123	4
klei	1	0	4	0.9	33	1800	0.48	135	4
zand	0	-1	6	0.9	49	2000	0.45	156	3
zand	-1	-2	8	0.9	65	2000	0.45	181	3
zand	-2	-7	9	0.9	73	2000	0.45	192	3
zand	-7	-8	11	0.9	90	2000	0.45	212	3
zand	-8	-9	16	0.5	97	2000	0.45	221	3
zand	-9	-10	12	0.5	73	2000	0.45	191	3
zand	-10	-11	9	0.9	73	2000	0.45	192	3
zand	-11	-12	10	0.9	82	2000	0.45	202	3
zand	-12	-13	14	0.9	114	2000	0.45	239	3
zand	-13	-14	19	1	163	2000	0.45	286	3
zand	-14	-15	25	1	215	2000	0.45	328	3
zand	-15	-16	18	0.8	138	2000	0.45	263	3
zand	-16	-17	15	0.5	91	2000	0.45	214	3
zand	-17	-18	19	1.1	171	2100	0.45	286	3
zand	-18	-19	26	1.1	235	2100	0.45	334	3
zand	-19	-20	26	0.9	212	2100	0.45	318	3
zand	-20	-21	26	0.9	212	2100	0.45	318	3
zand	-21	-30	26	0.9	212	2100	0.45	318	3

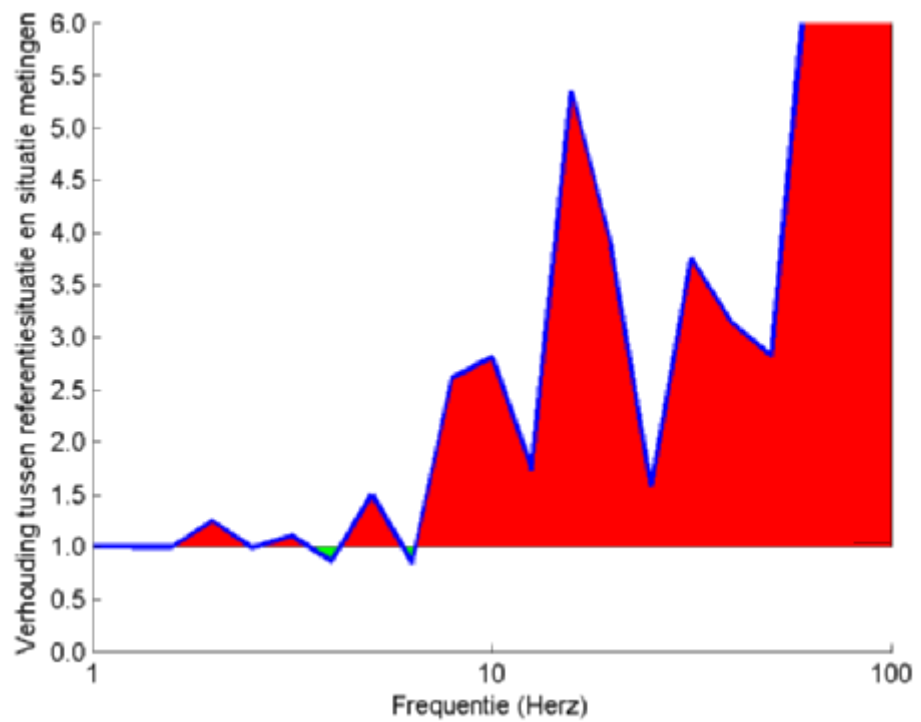
II.16 Pelikaanstraat 9

De gebruikte bodemdemping is identiek aan die van Oude Houtensepad 76. Op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud, onder meer door de realisatie van de parkeergarage bij de halte Vaartsche Rijn. Tussen de referentiesituatie en de metingen is de geometrie op deze locatie gewijzigd. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de referentiesituatie en de situatie van de metingen zijn weergegeven in Figuur II - 38.



Figuur II - 38 3D-modellen van de referentiesituatie (linksboven), de tussensituatie (rechtsboven) en plansituatie (linksonder)

Door de trillingssignalen van de referentiesituatie en de situatie van de metingen op elkaar te delen, kan de invloed van het effect van de parkeergarage worden bepaald. De parkeergarage dempt met name hoogfrequent de trillingssterkte, zie Figuur II - 39.

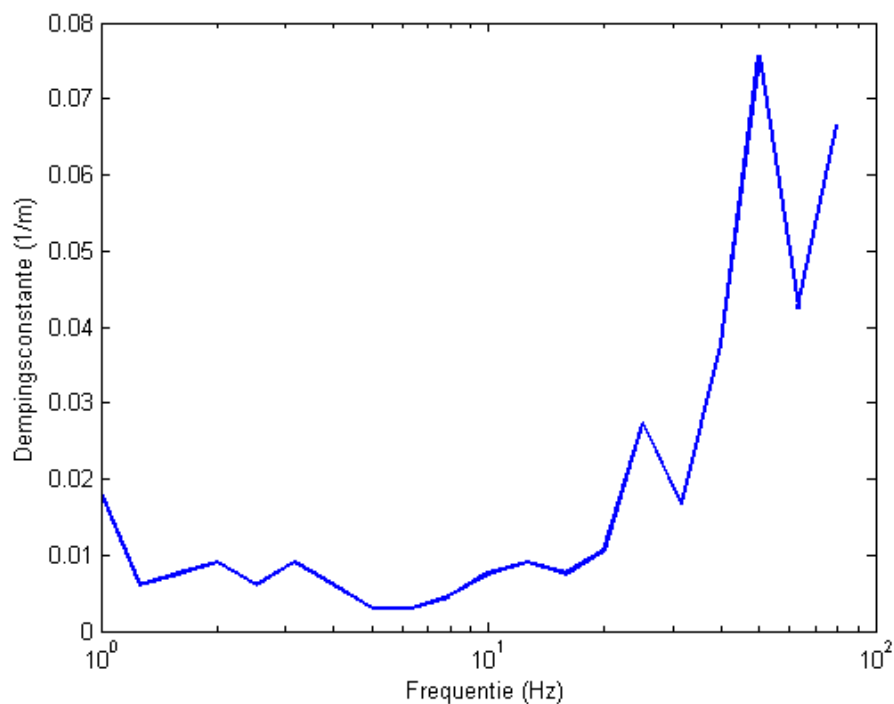


Figuur II - 39 *Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen*

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van dezelfde sondering als voor Pelikaanstraat 40bis.

II.17 Vaartsestraat 224

De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 40.



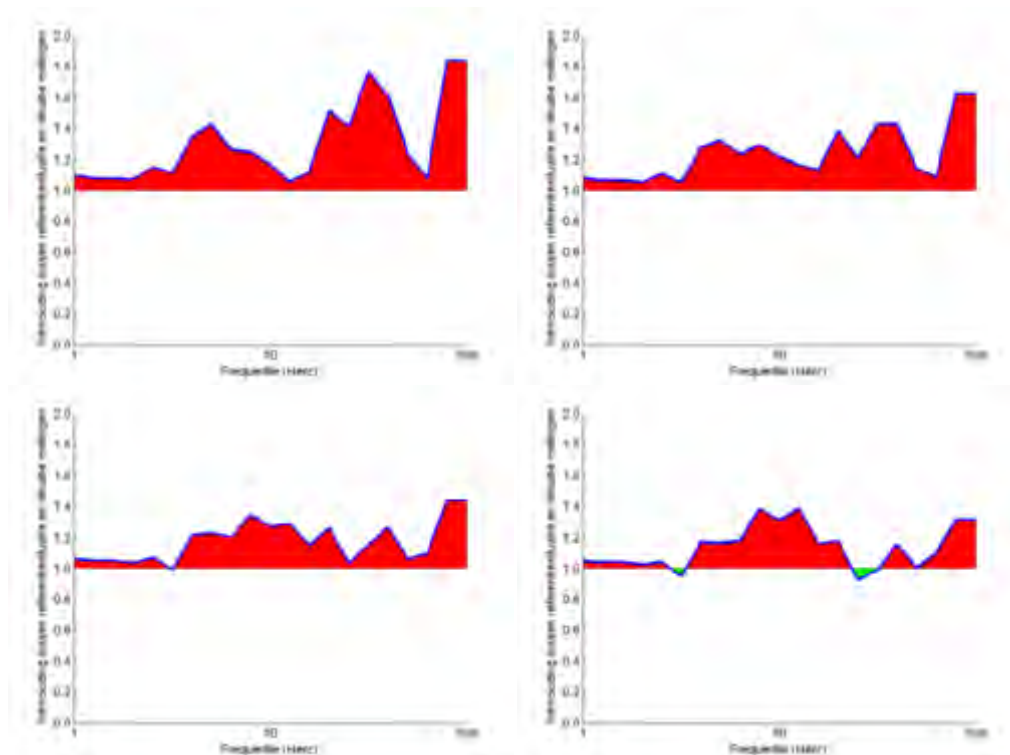
Figuur II - 40 Dempingsfactor α als functie van de frequentie

Op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud. Tussen de referentiesituatie en de metingen is de geometrie op deze locatie gewijzigd. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de referentiesituatie en de situatie van de metingen zijn weergegeven in Figuur II - 41.



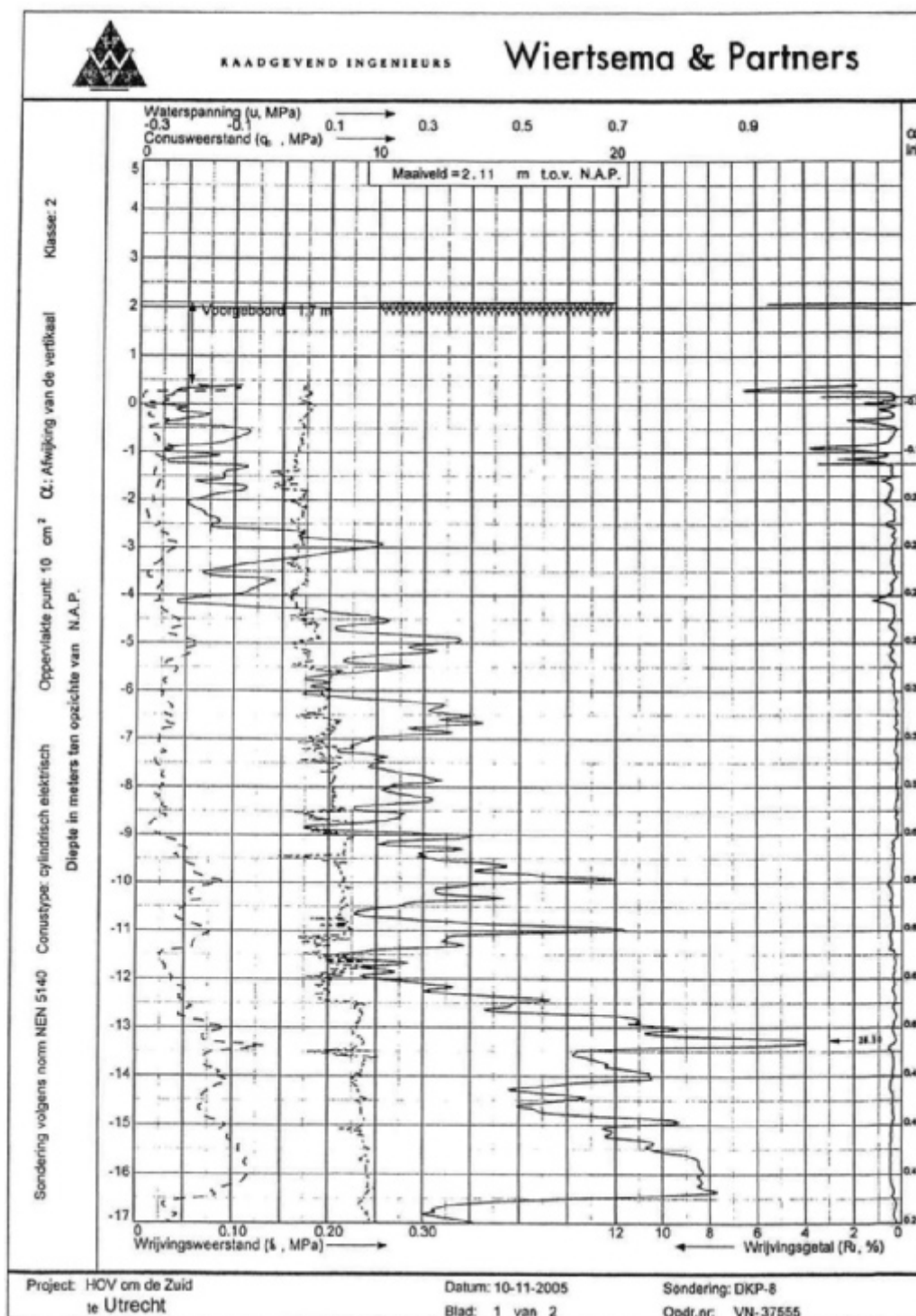
Figuur II - 41 3D-modellen van de referentiesituatie (links) en de tussen- en plansituatie (rechts)

Door de trillingssignalen van de referentiesituatie en de situatie van de metingen op elkaar te delen, kan de invloed van het effect van de geometriewijziging worden bepaald. Het aanpassen van het talud leidt tot een afname in de trillingssterkte (Figuur II - 42).

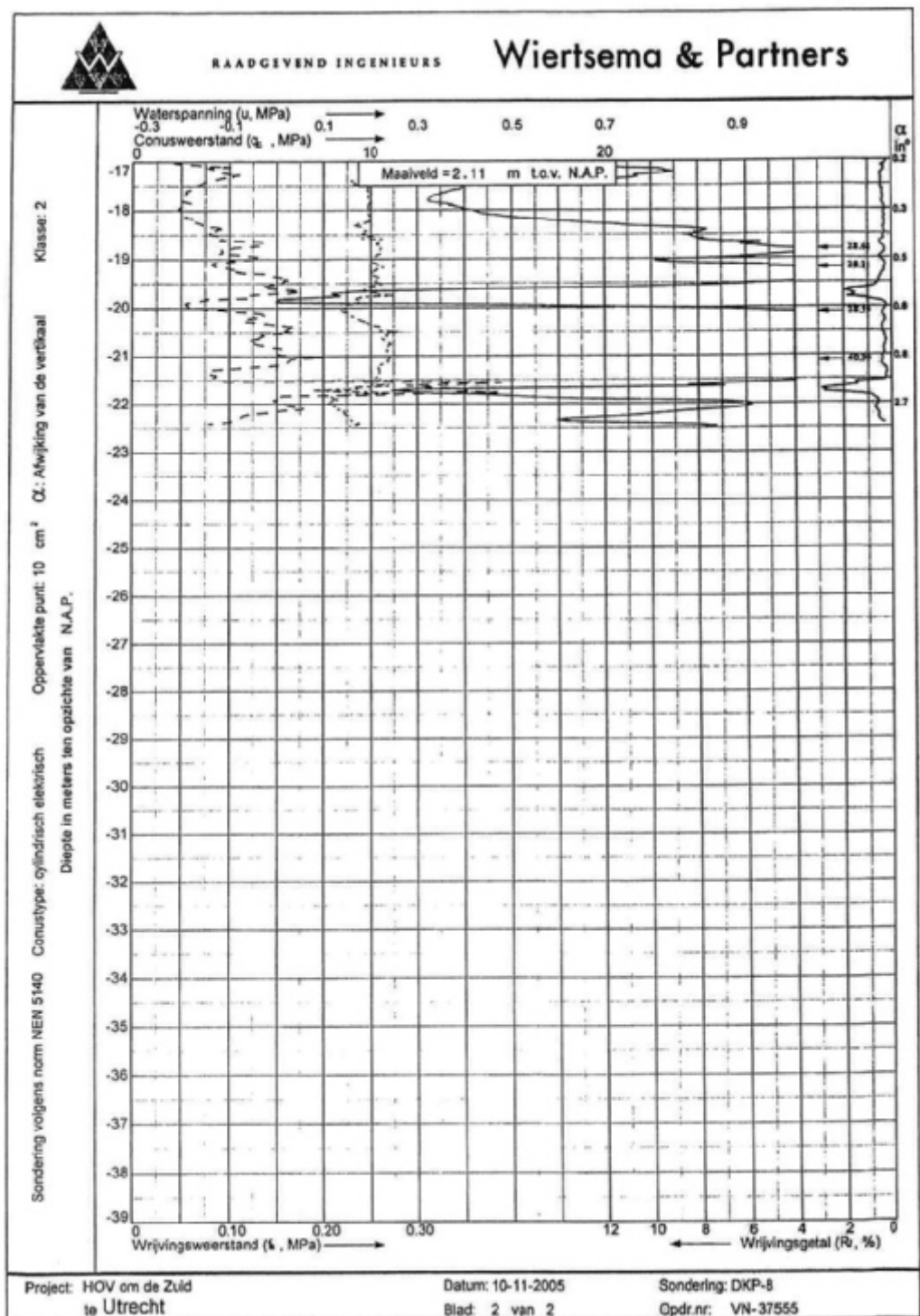


Figuur II - 42 *Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen*

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van een sondering. De eigenschappen van de bodemlagen in het 3D eindige elementenmodel zijn afgeleid van de geotechnische parameters uit de sondering. Voor deze locatie is sondering DKP-8 gebruikt. Deze sondering is weergegeven in Figuur II - 43 en Figuur II - 44. De bijbehorende parameters van de grondlagen, zoals gebruikt in het model voor deze locatie, zijn weergegeven in Tabel II - 8.



Figuur II - 43 *Sondering DKP-8 (deel 1)*



Figuur II - 44 Sondering DKP-8 (deel 2)

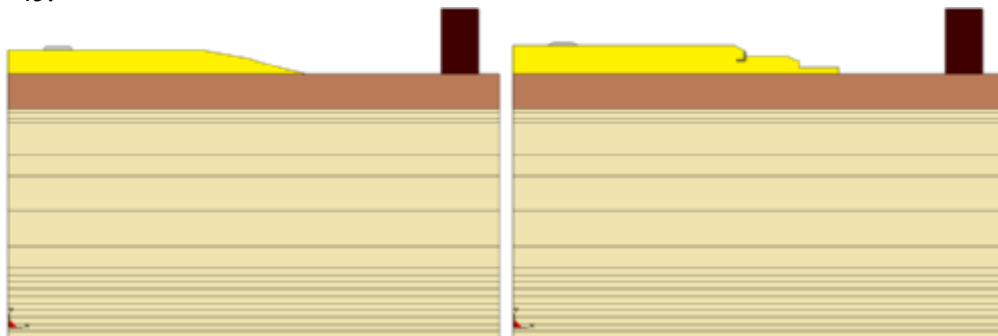
Tabel II - 8 *Grondparameters voor sondering DKP-8*

grondsoort	diepte [m]		q_c [MPa]	f_w [%]	G_{dyn} [MPa]	ρ [kg/m ³]	v [-]	C_{schuif} [m/s]	ζ [%]
	van	tot							
klei	2.1	-2.5	2	2	24	1600	0.48	123	4
zand	-2.5	-3	6	0.5	36	1700	0.42	147	3
zand	-3	-4	5	0.2	19	2000	0.45	98	3
zand	-4	-4.5	6	0.2	23	2000	0.45	107	3
zand	-4.5	-9	10	0.2	38	2000	0.45	139	3
zand	-9	-12	13	0.5	79	2000	0.45	199	3
zand	-12	-17	20	0.5	122	2000	0.45	247	3
zand	-17	-22	20	0.5	122	2000	0.45	247	3
zand	-22	-25	20	0.5	122	2050	0.45	244	3

II.18 Vaartsestraat 176

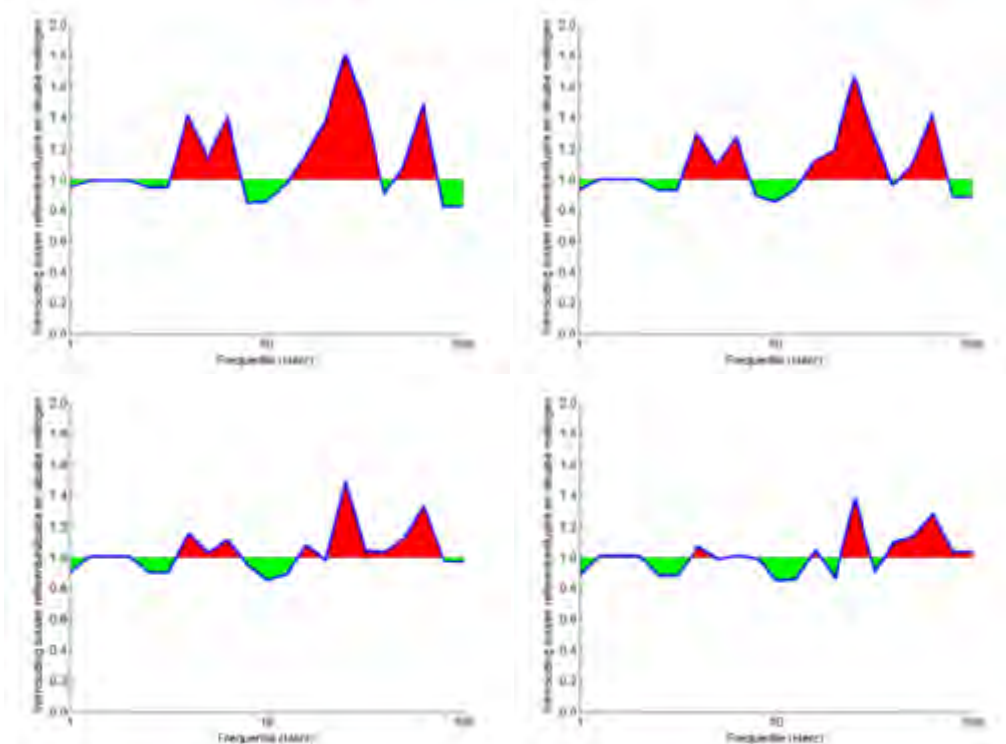
De in de berekeningen gebruikte bodemdemping is identiek aan die van Vaartsestraat 224.

Op deze locatie verandert ook de geometrie van het spoortalud. Tussen de referentiesituatie en de metingen is de geometrie op deze locatie gewijzigd. Hiervoor is gecorrigeerd met behulp van 3D eindige elementen modellen. De gebruikte modellen voor de referentiesituatie en de situatie van de metingen zijn weergegeven in Figuur II - 45.



Figuur II - 45 3D-modellen van de referentiesituatie (links) en de tussen- en plansituatie (rechts)

Door de trillingssignalen van de situatie van de metingen en de referentiesituatie op elkaar te delen, kan de invloed van de geometriewijziging per spoor worden bepaald. De geometriewijziging leidt tot een afname in de trillingssterkte (Figuur II - 46).

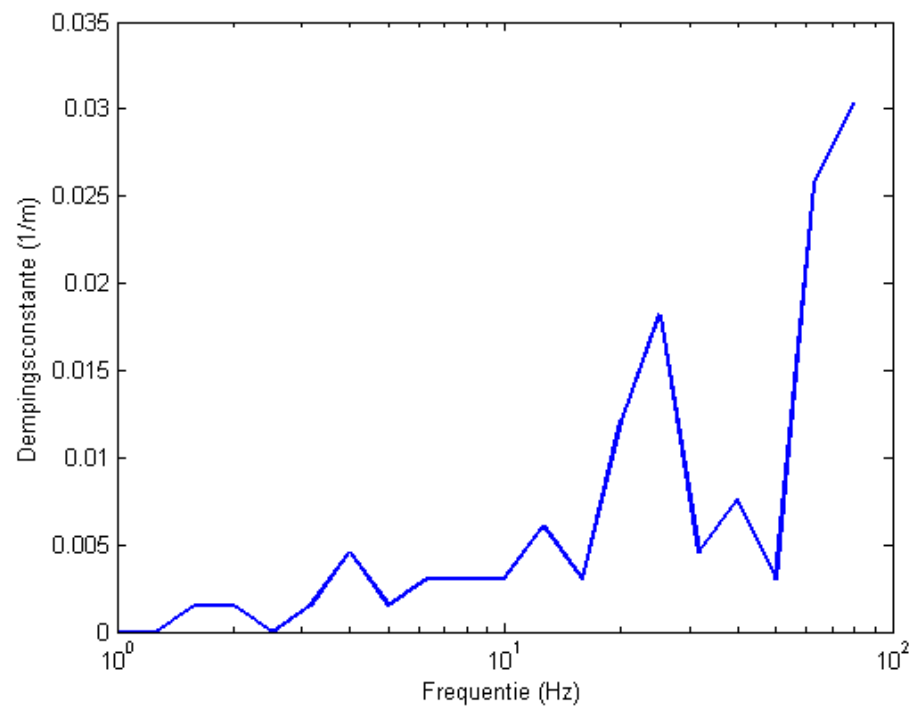


Figuur II - 46 Verhouding tussen referentiesituatie en situatie tijdens metingen

Voor het opstellen van het 3D eindige elementen model is gebruik gemaakt van dezelfde sondering als voor Vaartsestraat 224.

**II.19 Arthur van Schendelstraat 203, 623, 670, Nicolaas Beetsstraat 212 en 222,
Laan van Puntenburg 100 en Katreinetoren**

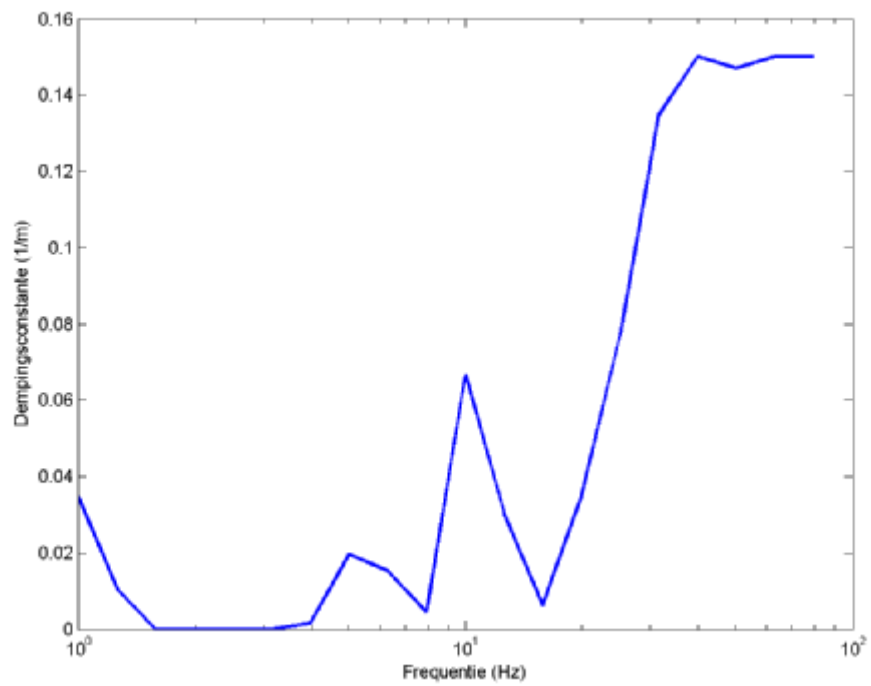
De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 47.



Figuur II - 47 Dempingsfactor α als functie van de frequentie

II.20 Wolfstraat 100 en Spijkerstraat 26

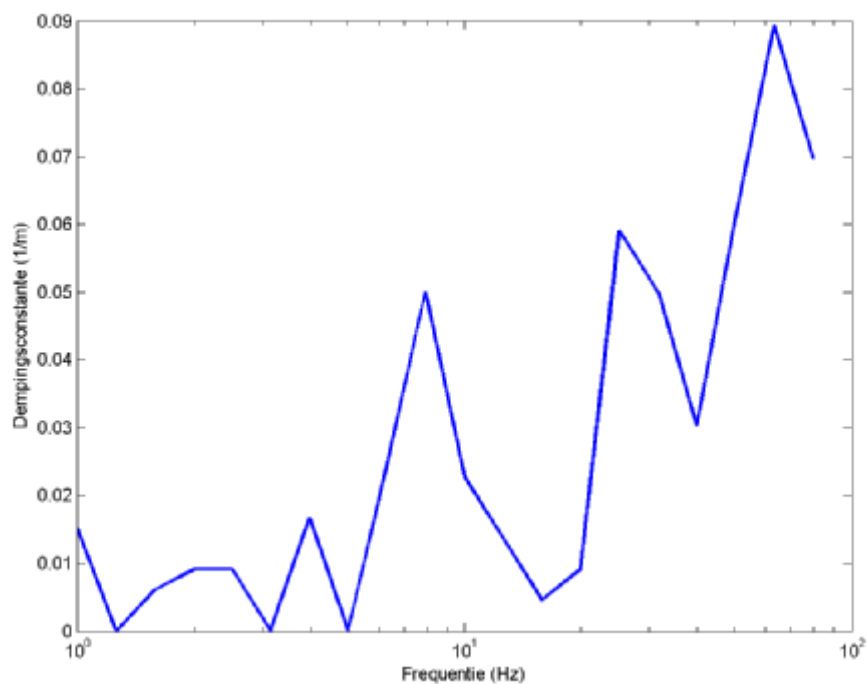
De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 48.



Figuur II - 48 Dempingsfactor α als functie van de frequentie

**II.21 Turfstraat 39, Nieuwe Pijsweerdstraat 23, 63 en 83, Oudenoord 700,
Leliestraat 55, Schutstraat 20, 64 en 89, Amsterdamsestraatweg 171C en
Dijkstraat 20**

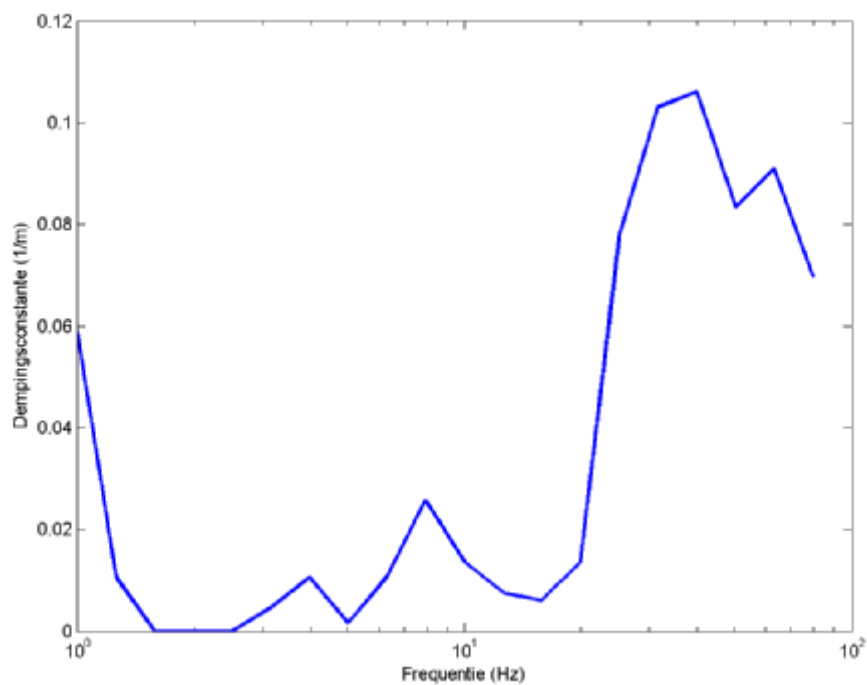
De gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 49.



Figuur II - 49 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

II.22 Concordiastraat 67 en Seringstraat 6 en 136

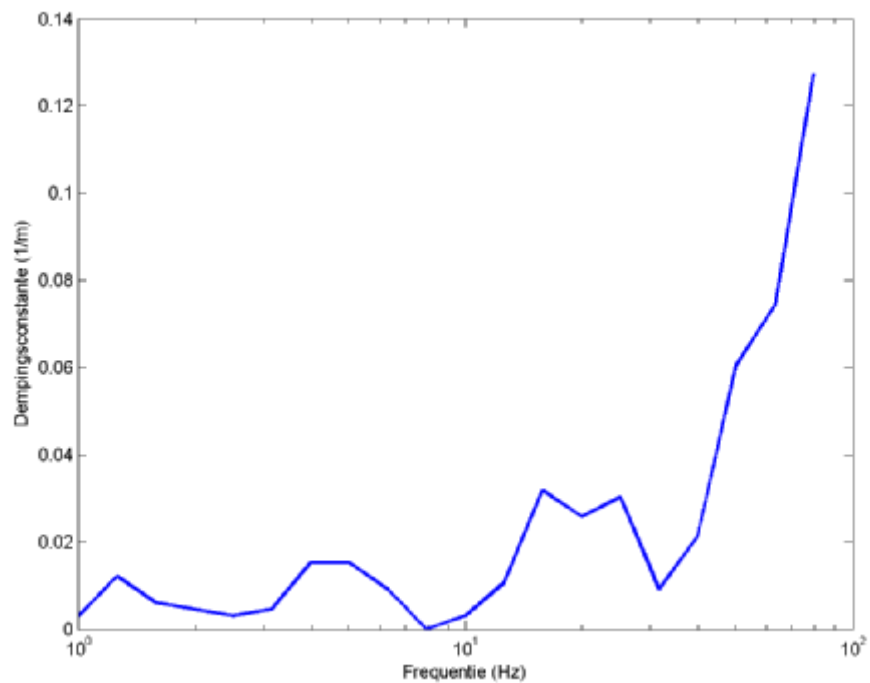
De in de berekeningen gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 50.



Figuur II - 50 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

II.23 Jan Overdijkstraat 39D

De in de berekeningen gebruikte bodemdemping, als functie van de frequentie, is weergegeven in Figuur II - 51.



Figuur II - 51 *Dempingsfactor α als functie van de frequentie*

Bijlage III Metingen, berekeningsparameters en resultaten

Deze bijlage bevat een overzicht en schets van de meetopstelling, de resultaten van de metingen en de berekening voor de referentie- en plansituatie voor alle meetlocaties.

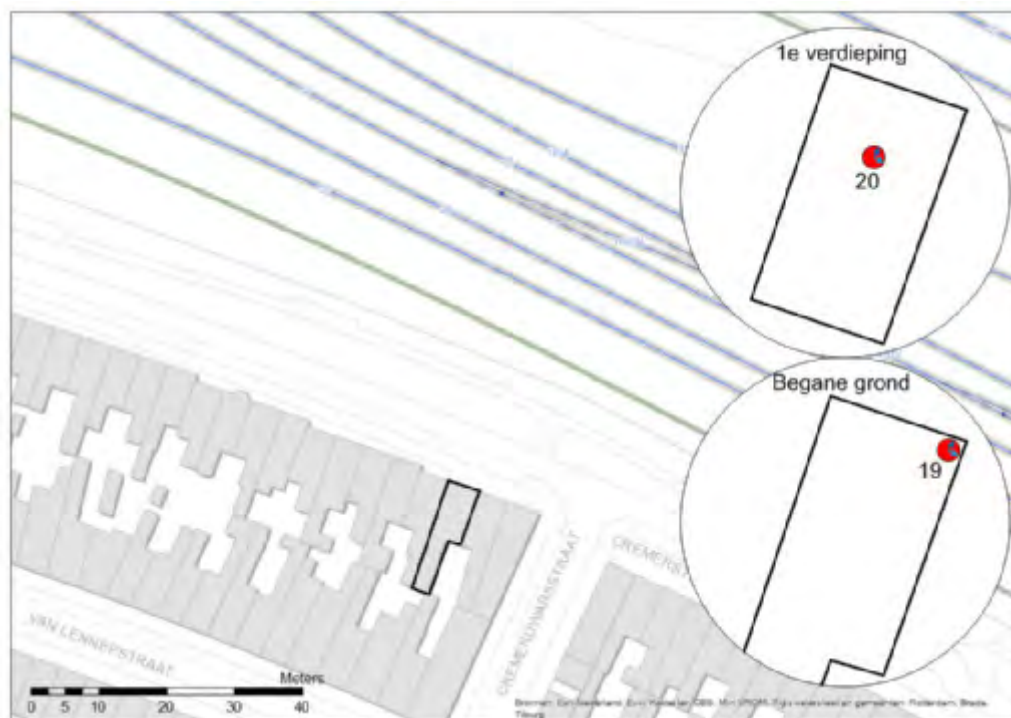
III.1 Cremerstraat 96

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 1.

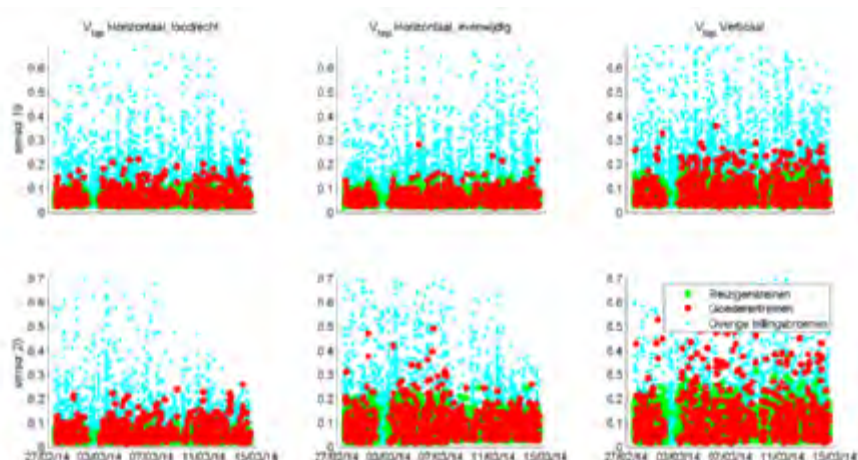
Tabel III - 1 *Gegevens meting Cremerstraat 96*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. van den Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>27 februari 2014 14:30 tot 14 maart 2014 14:00</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaagse eengezinswoning, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-1</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Niet van toepassing voor deze locatie</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-1</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-2</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 1, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 2.

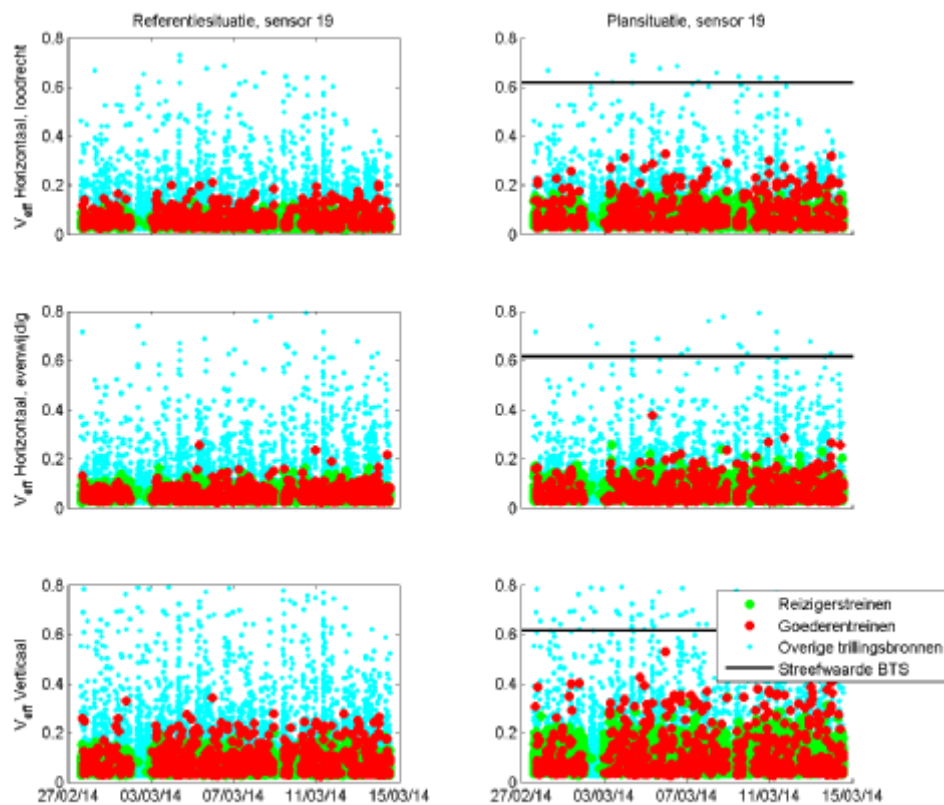


Figuur III - 1 Opstelling sensoren bij Cremerstraat 96

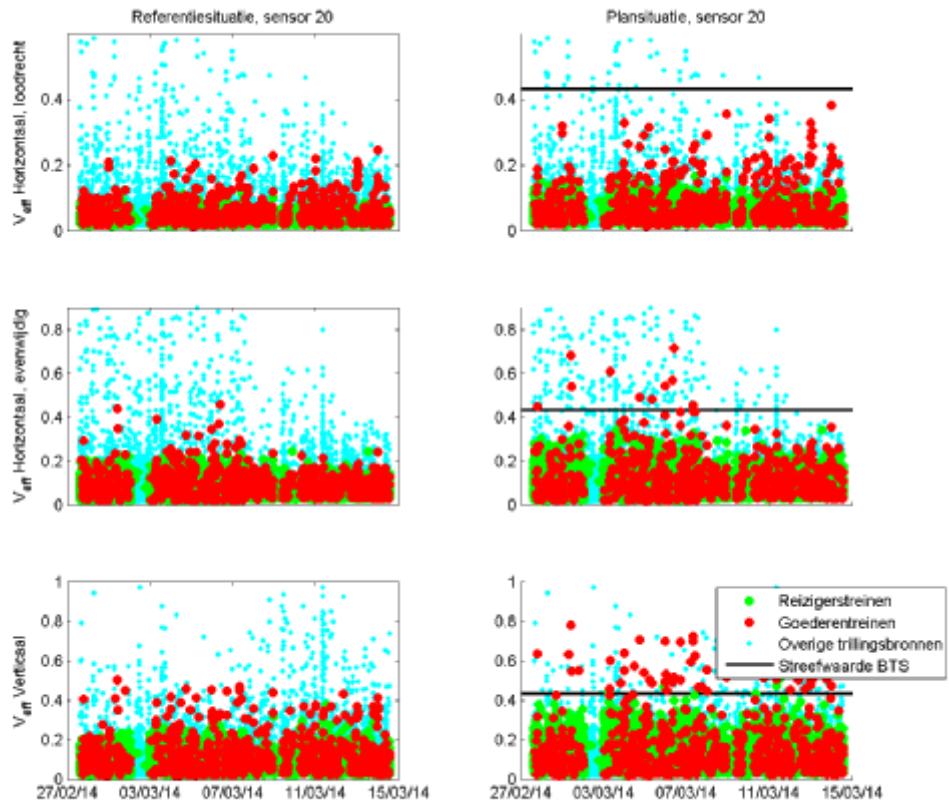


Figuur III - 2 Meetresultaten Cremerstraat 96

In Figuur III - 3 en Figuur III - 4 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Goederentreinen zijn als rode meetpunten weergegeven, reizigerstreinen als groene meetpunten, en alle overige trillingsbronnen zijn als blauwe meetpunten weergegeven. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

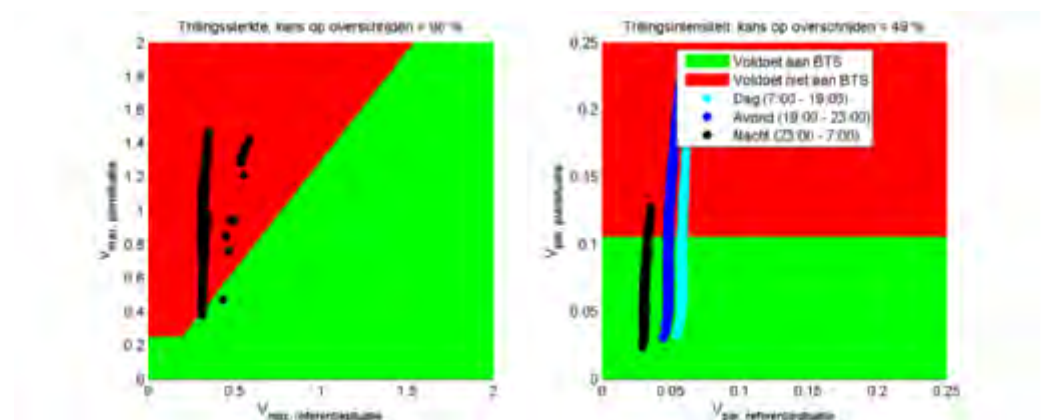


Figuur III - 3 Resultaten sensor 19



Figuur III - 4 Resultaten sensor 20

In Figuur III - 5 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er een grote kans op overschrijden van de grenswaarden is.



Figuur III - 5 Kans op overschrijden voor Cremerstraat 96 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.2 Cremerstraat 38

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 2.

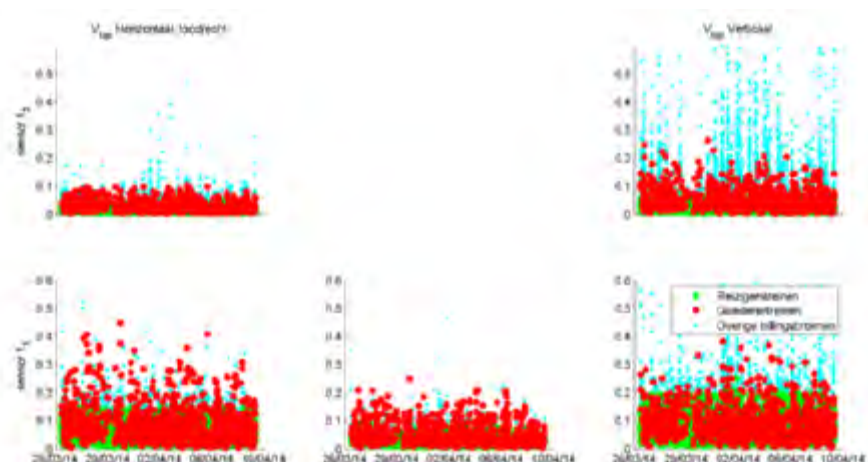
Tabel III - 2 *Gegevens meting Cremerstraat 38*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i> <i>Daalseplein 101</i> <i>3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon</i> <i>e-mail: pieter.boon@movares.nl</i> <i>tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. van den Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>26 maart 2014 11:00 tot 9 april 2014 9:30</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaagse eengezinswoning, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-6</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Niet van toepassing voor deze locatie</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-6</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D-geofon en een 2D-geofon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-7</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 6, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 7.

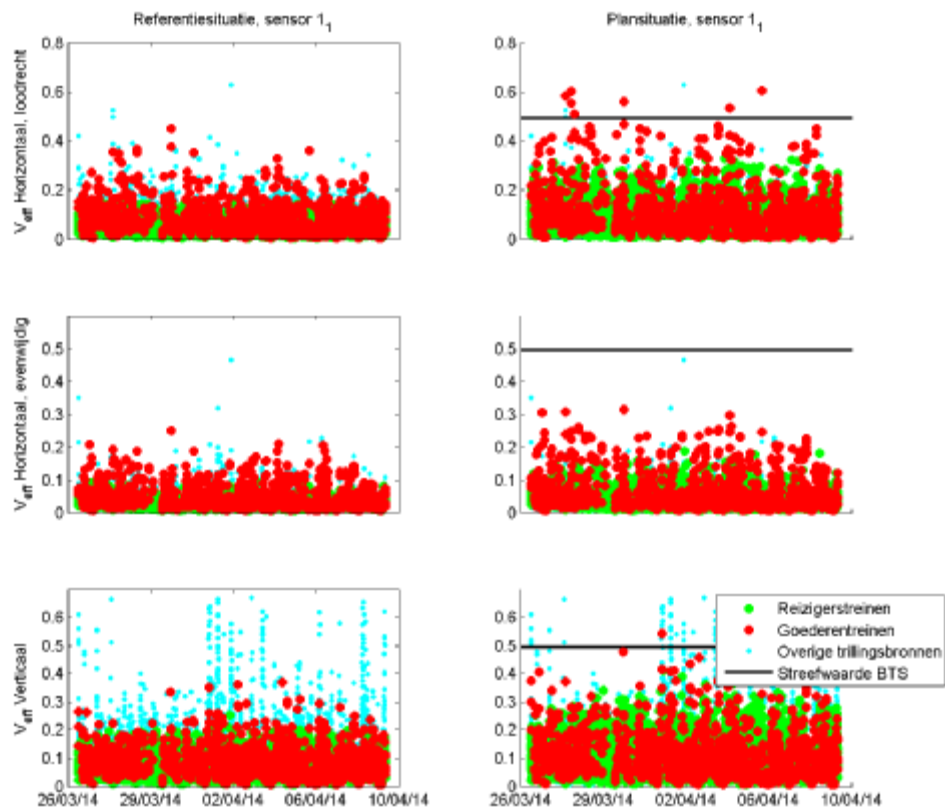


Figuur III - 6 Opstelling sensoren bij Cremerstraat 38

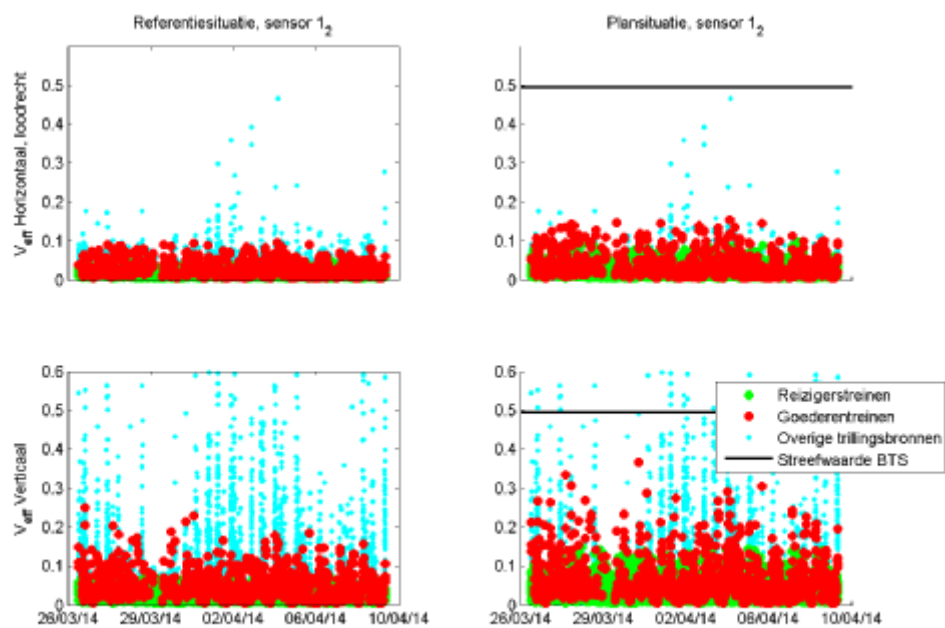


Figuur III - 7 Meetresultaten Cremerstraat 38

In Figuur III - 8 en Figuur III - 9 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Goederentreinen zijn als rode meetpunten weergegeven, reizigerstreinen als groene meetpunten, en alle overige trillingsbronnen zijn als blauwe meetpunten weergegeven. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

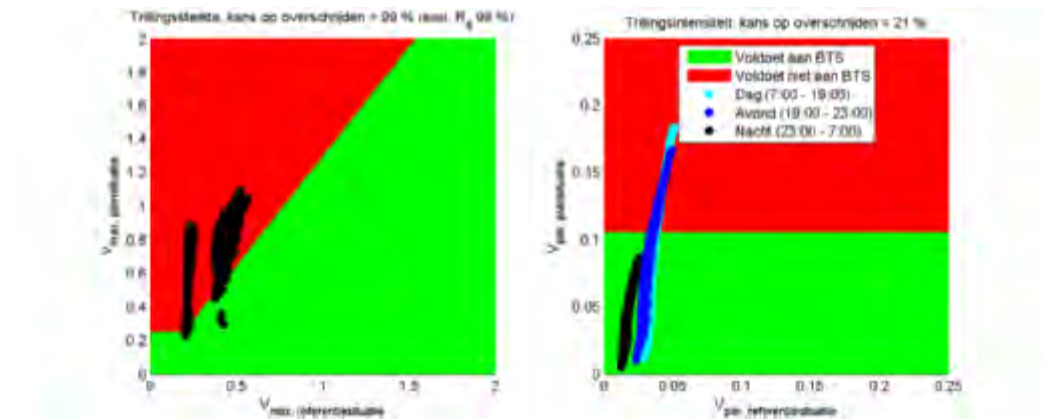


Figuur III - 8 Resultaten sensor 1_1



Figuur III - 9 Resultaten sensor 1_2

In Figuur III - 10 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er een grote kans op overschrijden van de grenswaarden is.



Figuur III - 10 Kans op overschrijden voor Cremerstraat 38 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.3 J.J.A. Goeverneurstraat 47

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 3.

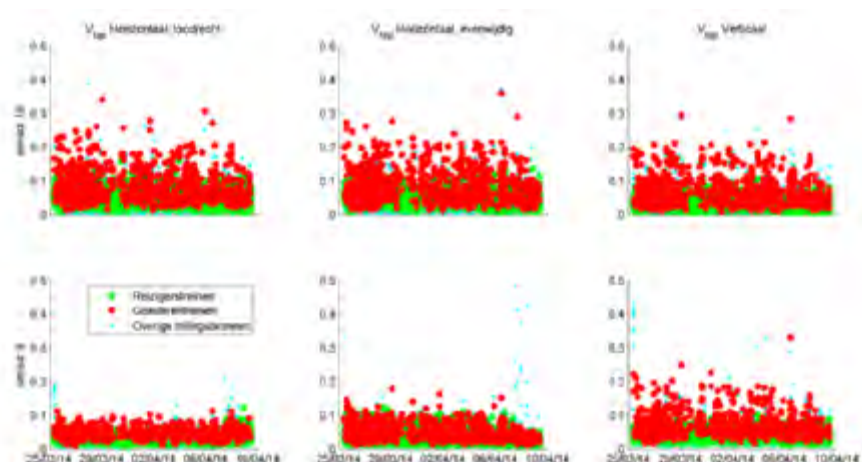
Tabel III - 3 *Gegevens meting J.J.A. Goeverneurstraat 47*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. van den Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>25 maart 2014 10:00 tot 9 april 2014 11:00</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaagse eengezinswoning, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-11</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Niet van toepassing voor deze locatie</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-11</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-12</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 11, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 12.

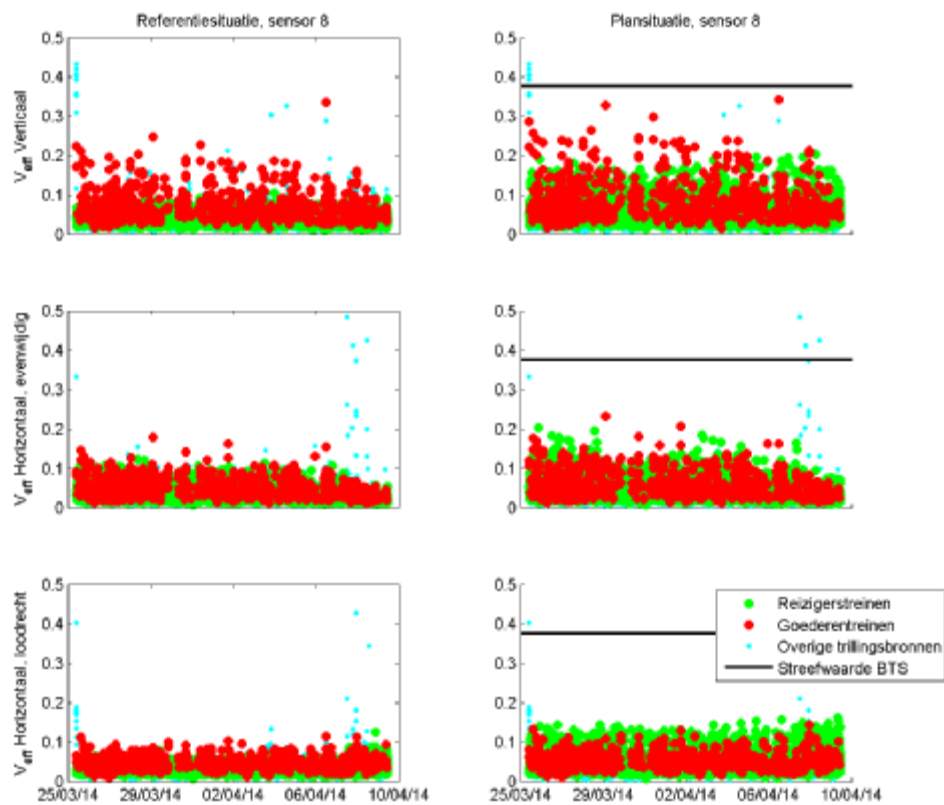


Figuur III - 11 Opstelling sensoren bij J.J.A. Goeverneurstraat 47

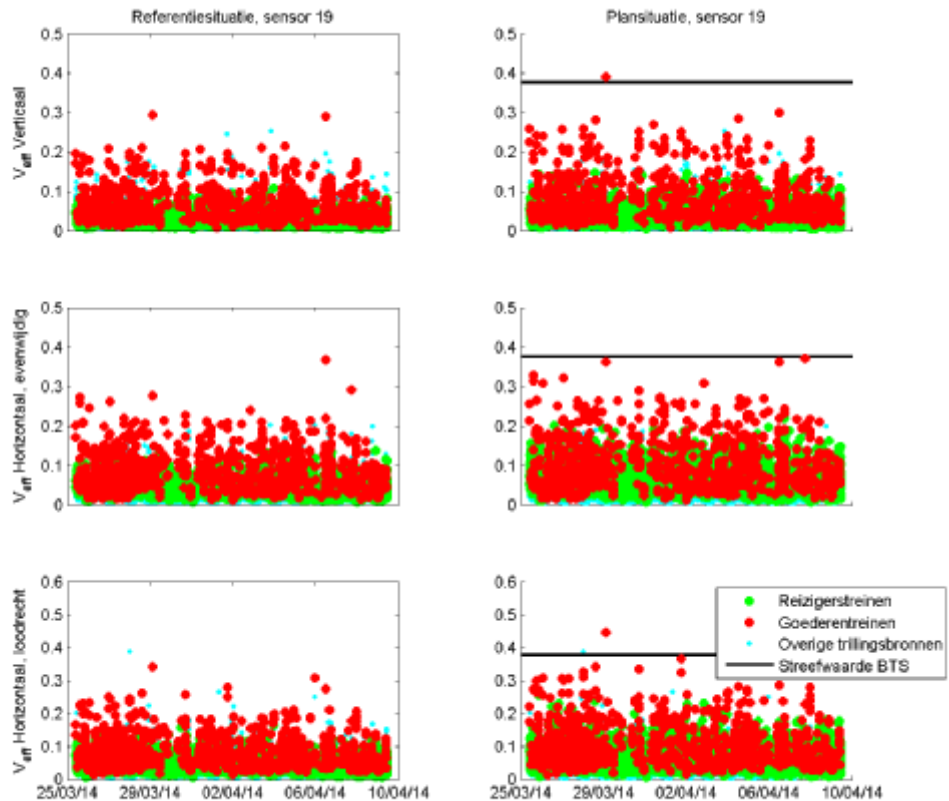


Figuur III - 12 Meetresultaten J.J.A. Goeverneurstraat 47

In Figuur III - 13 en Figuur III - 14 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Goederentreinen zijn als rode meetpunten weergegeven, reizigerstreinen als groene meetpunten, en alle overige trillingsbronnen zijn als blauwe meetpunten weergegeven. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

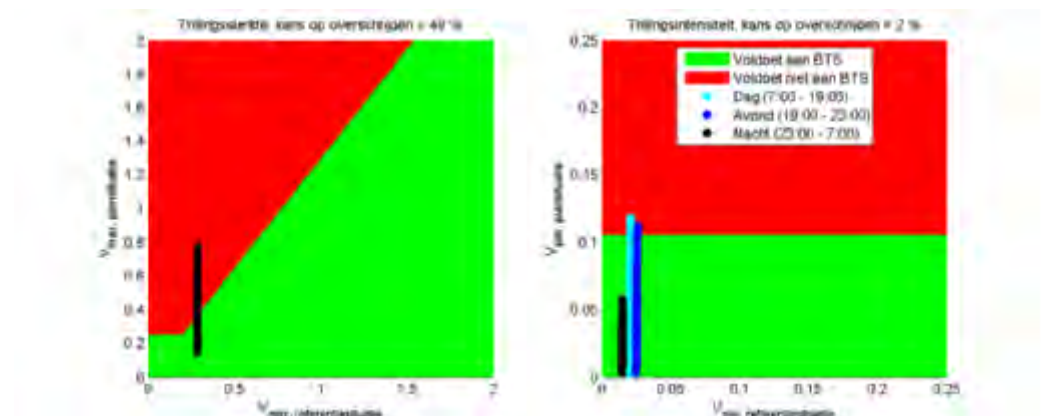


Figuur III - 13 Resultaten sensor 8



Figuur III - 14 Resultaten sensor 19

In Figuur III - 15 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding van de grenswaarden beperkt is.



Figuur III - 15 Kans op overschrijden voor J.J.A. Goeverneurstraat 47 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

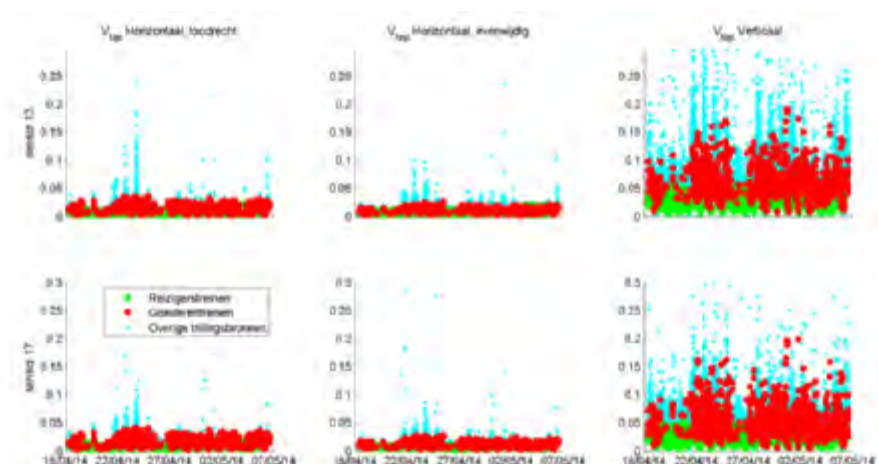
III.4 Jaarbeursplein 22

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 4.

Tabel III - 4 *Gegevens meting Jaarbeursplein 22*

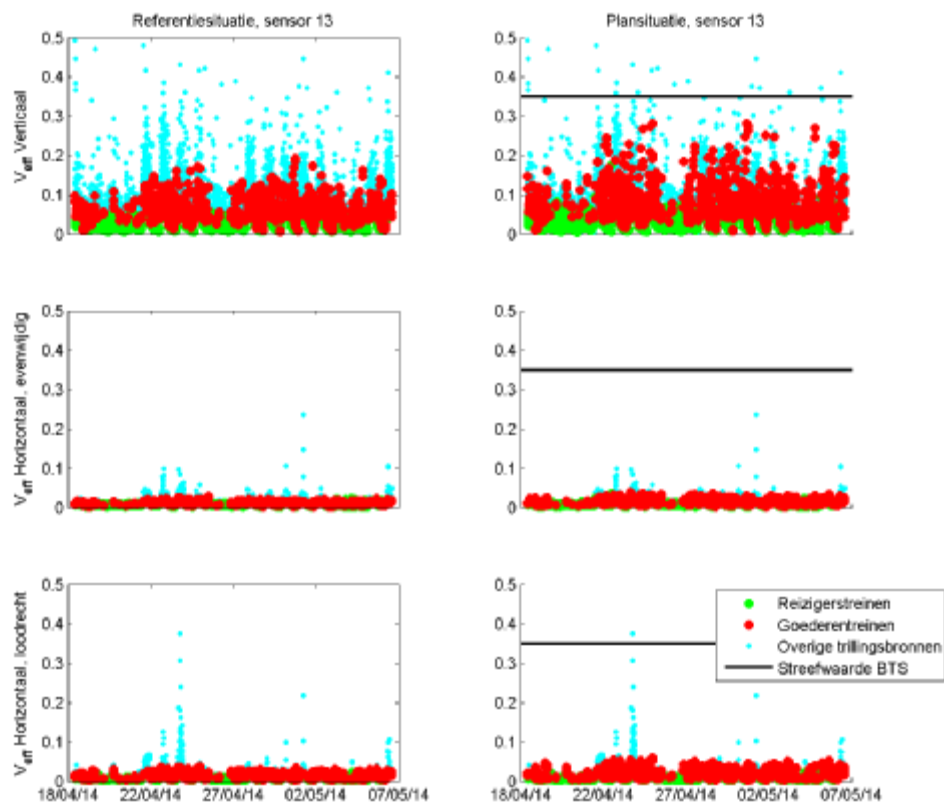
1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i> <i>Daalseplein 101</i> <i>3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon</i> <i>e-mail: pieter.boon@movares.nl</i> <i>tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. van den Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>18 april 2014 10:00 tot 6 mei 2014 16:00</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Negenlaags betonnen kantoorgebouw</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-16</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Niet van toepassing voor deze locatie</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-16</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Dewe-101 meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-17</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 16, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 17.

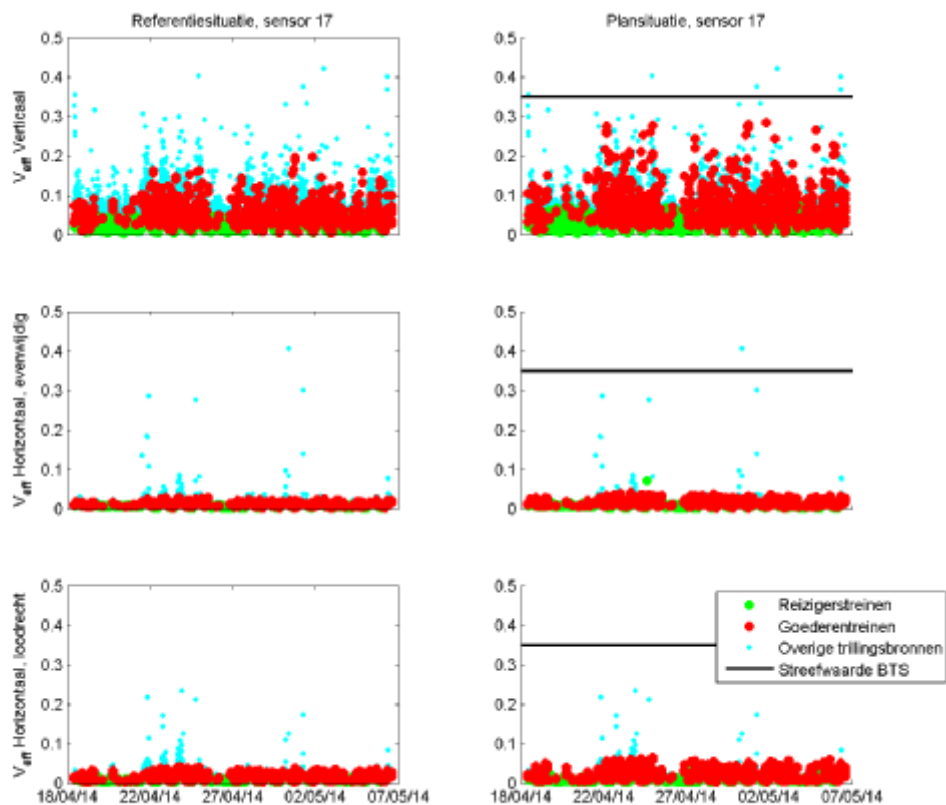


Figuur III - 17 Meetresultaten Jaarbeursplein 22

In Figuur III - 18 en Figuur III - 19 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Goederentreinen zijn als rode meetpunten weergegeven, reizigerstreinen als groene meetpunten, en alle overige trillingsbronnen zijn als blauwe meetpunten weergegeven. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen, het verplaatsen van de liften in het gebouw of bouwwerkzaamheden aan het station

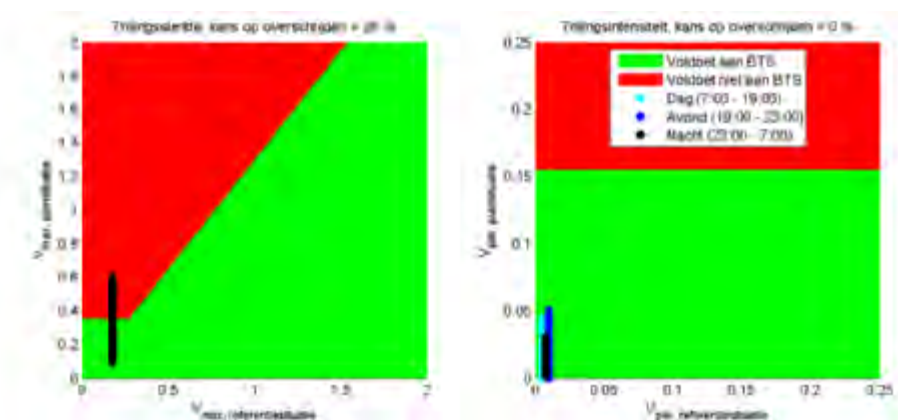


Figuur III - 18 *Resultaten sensor 13*



Figuur III - 19 Resultaten sensor 17

In Figuur III - 20 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding klein is.



Figuur III - 20 Kans op overschrijden voor Jaarbeursplein 22 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

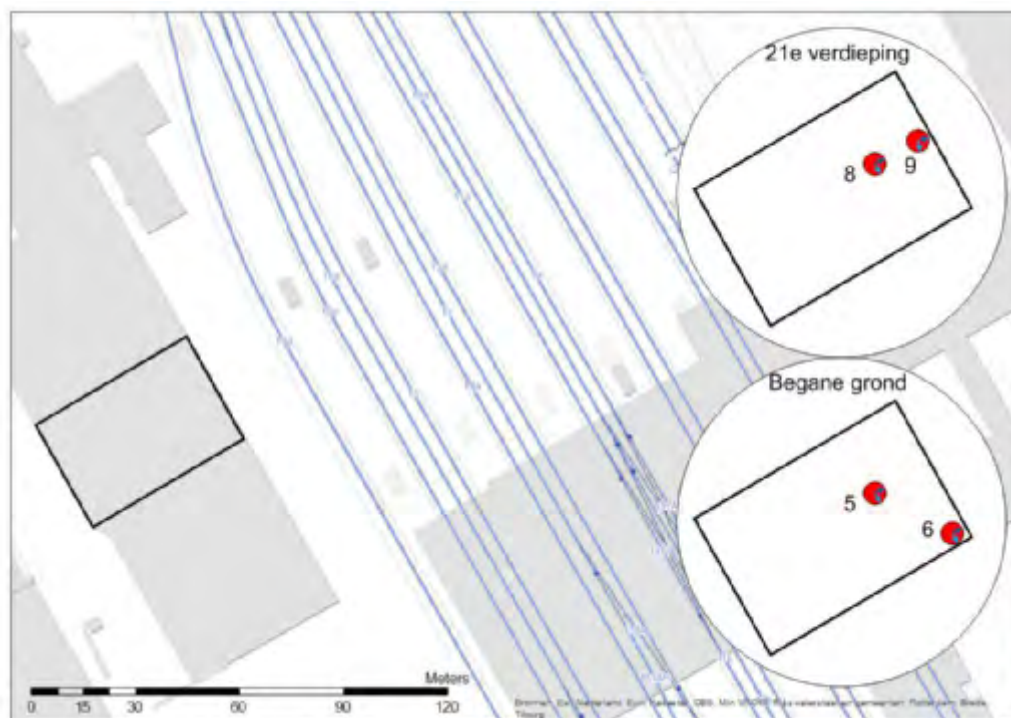
III.5 Stads kantoor

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 5.

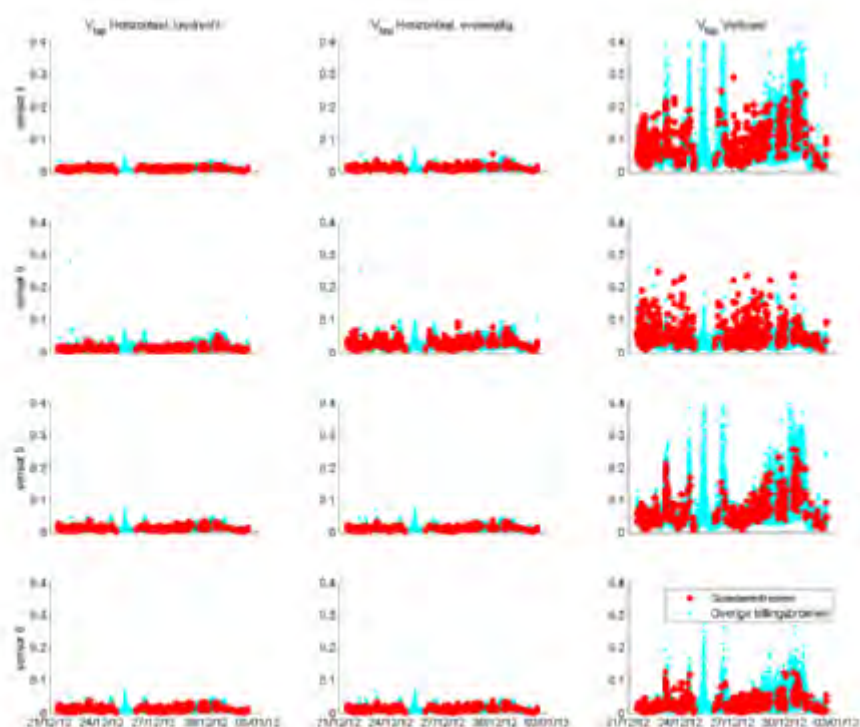
Tabel III - 5 *Gegevens meting Stads kantoor*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>Ir. W.N. Oskam en ir. P. Bouwma</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>21 december 2012 14:00 tot 2 januari 2013 8:30</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>90 meter hoogbouw, staalskelet met betonnen vloeren</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-21</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Niet gebruikt in dit onderzoek</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-21</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Vier 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Twee Dewe-101 meetcomputers met elk 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-22</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 21, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 22.

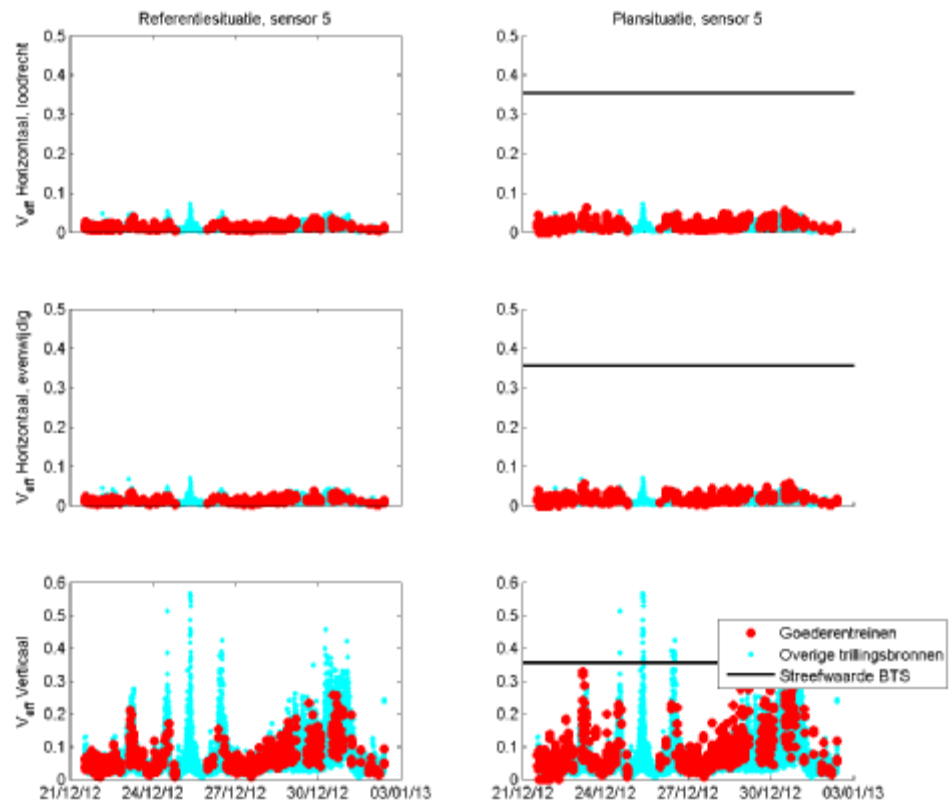


Figuur III - 21 *Opstelling sensoren bij Stadskantoor*

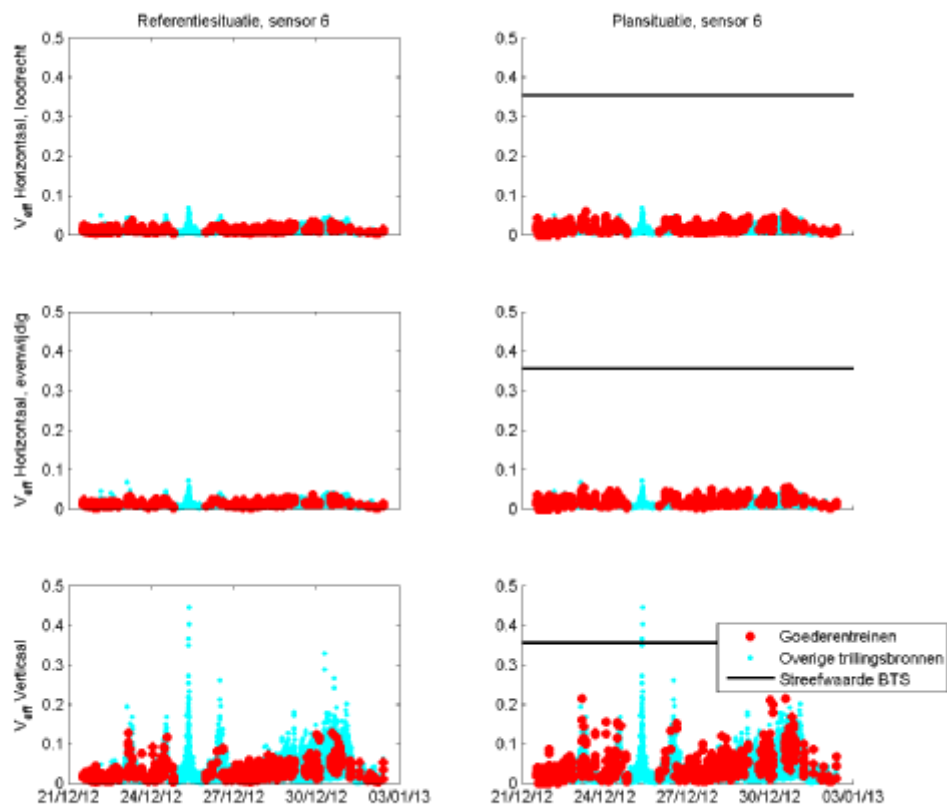


Figuur III - 22 *Meetresultaten Stadskantoor*

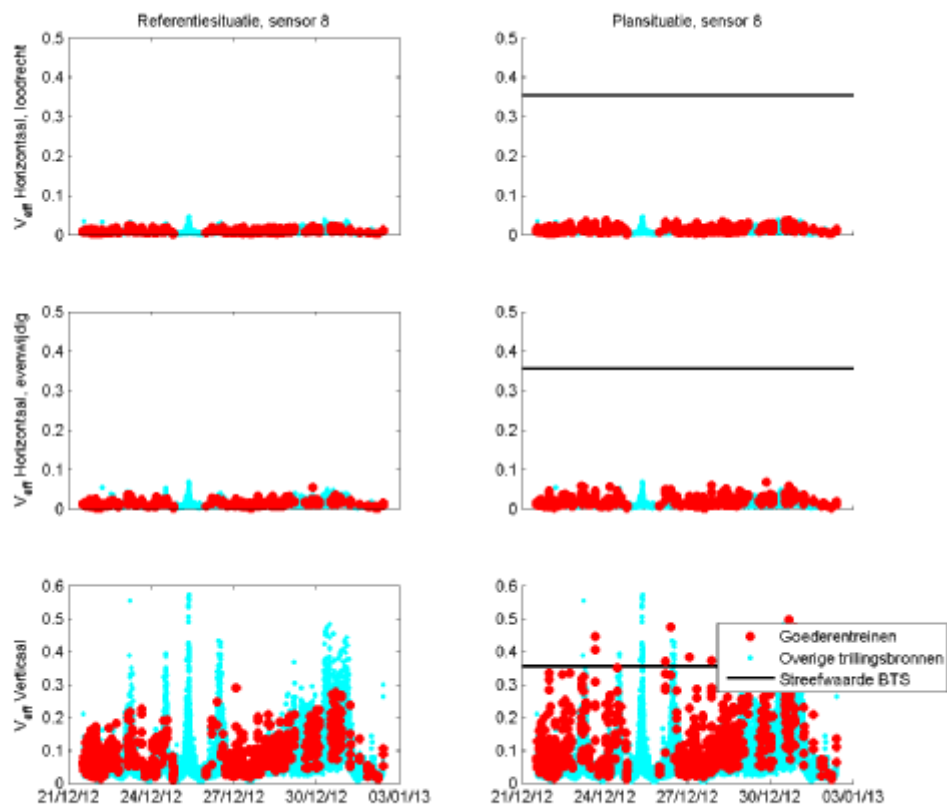
In Figuur III - 23 tot en met Figuur III - 26 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Goederentreinen zijn als rode meetpunten weergegeven, reizigerstreinen als groene meetpunten, en alle overige trillingsbronnen zijn als blauwe meetpunten weergegeven. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen of bouwwerkzaamheden in de omgeving.



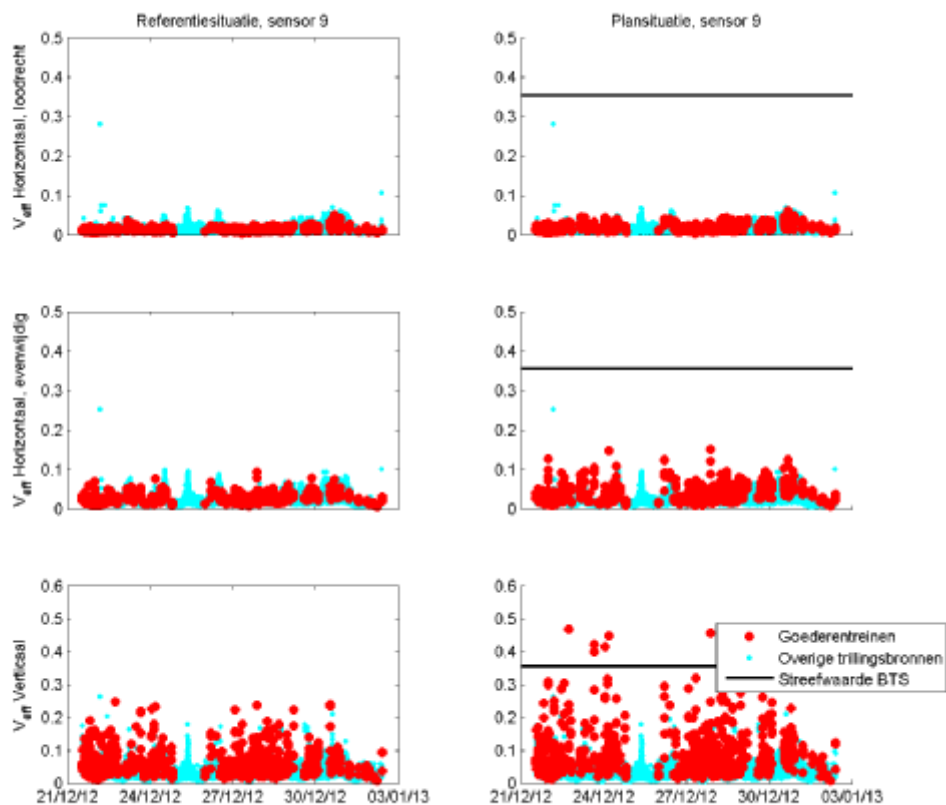
Figuur III - 23 Resultaten sensor 5



Figuur III - 24 Resultaten sensor 6

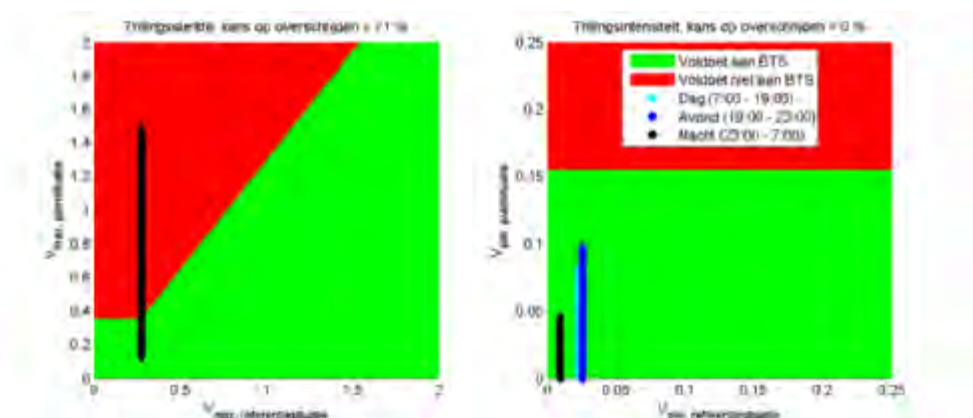


Figuur III - 25 Resultaten sensor 8



Figuur III - 26 Resultaten sensor 9

In Figuur III - 27 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding vrij groot is voor deze locatie.



Figuur III - 27 Kans op overschrijden voor Stadskantoor van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

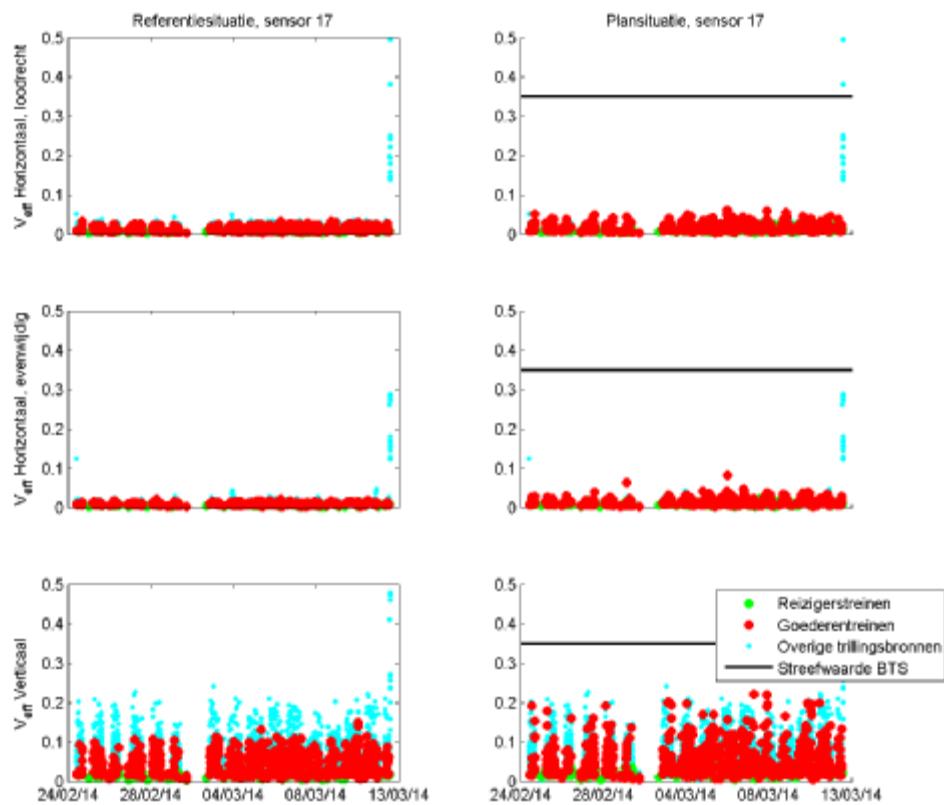
III.6 Jaarbeursplein 6

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 6.

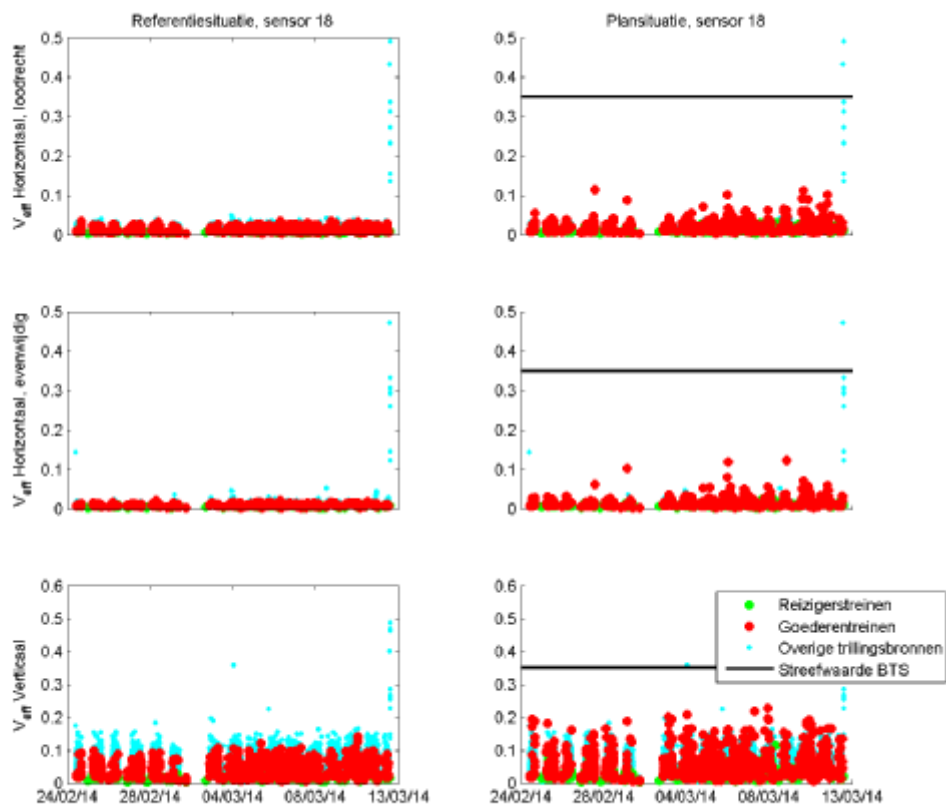
Tabel III - 6 *Gegevens meting Jaarbeursplein 6*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. van den Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>24 februari 2014 10:44 tot 12 maart 2014 12:30</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Achttlaags betonnen gebouw</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-28</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Niet gebruikt in dit onderzoek</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-28</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Dewe-101 meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-29</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 28, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 29.

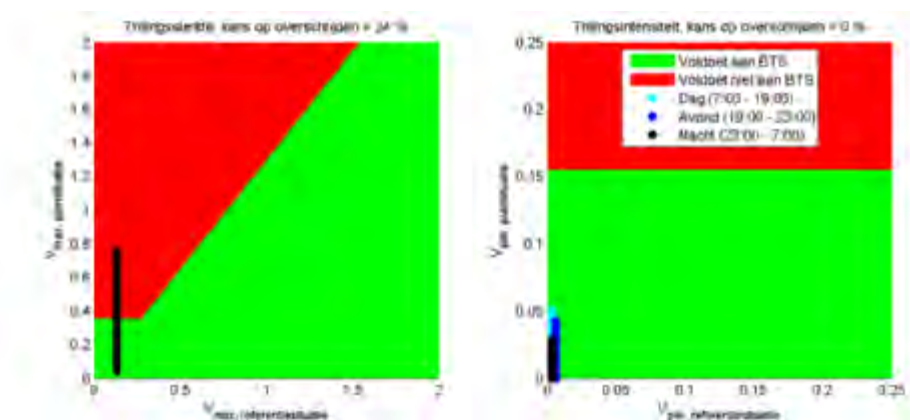


Figuur III - 30 Resultaten sensor 17



Figuur III - 31 Resultaten sensor 18

In Figuur III - 32 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding van de grenswaarden klein is.



Figuur III - 32 Kans op overschrijden voor Jaarbeursplein 6 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.7 Hendrik Tollenstraat 1 en 5

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 7.

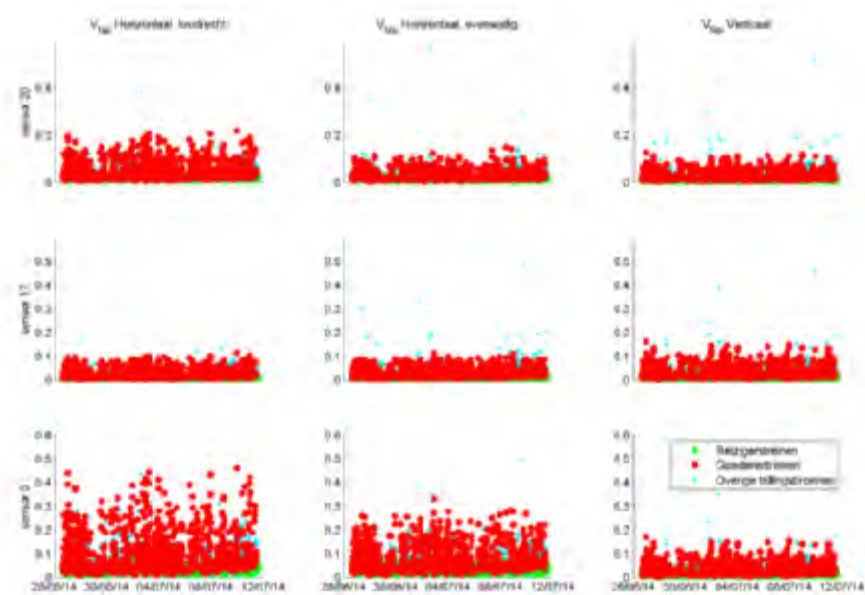
Tabel III - 7 *Gegevens meting Hendrik Tollenstraat 1 en 5*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>F.J. Faber MSc (nr. 5) J. van den Broek (nr. 1)</i>
3	Tijdspanne meting	<i>6 februari 2014 13:45 tot 13 februari 12:45 (nr. 5) 26 juni 2014 16:00 tot 11 juli 2014 15:30 (nr. 1)</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaags appartementencomplex, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-33</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-33</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons (nr. 5) Een 3D-geofoons(nr. 1)</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen (nr. 5) Dewe-43 meetcomputer met 3 aangesloten kanalen (nr. 1)</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-34</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 33, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 34.



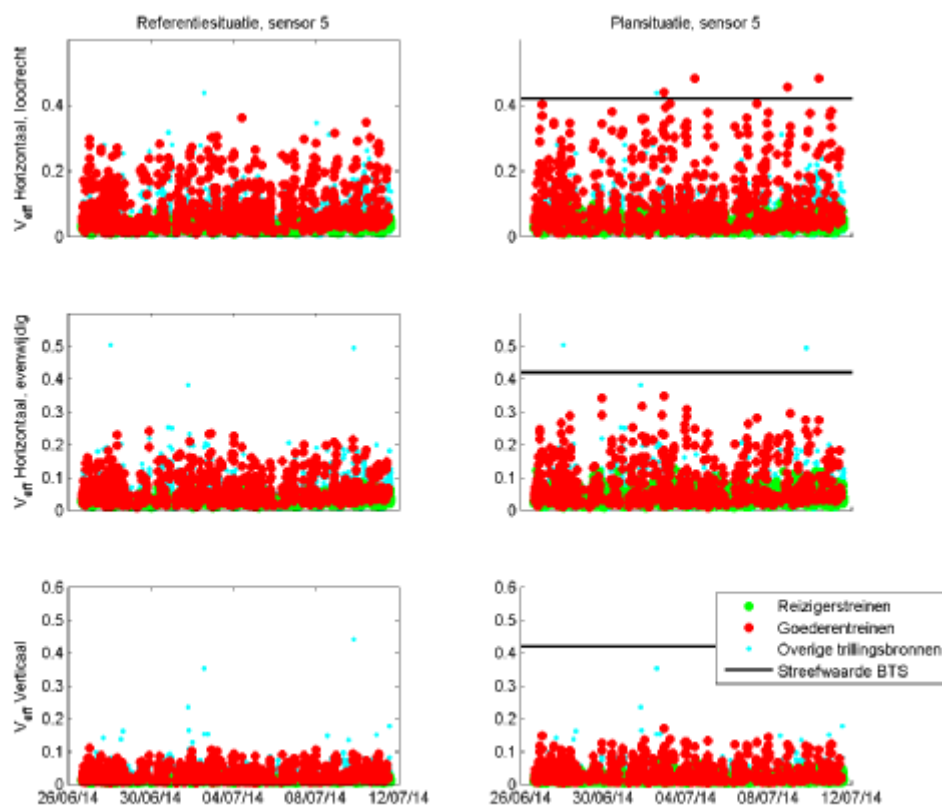
Figuur III - 33 Opstelling sensoren bij Hendrik Tollenstraat 1 en 5



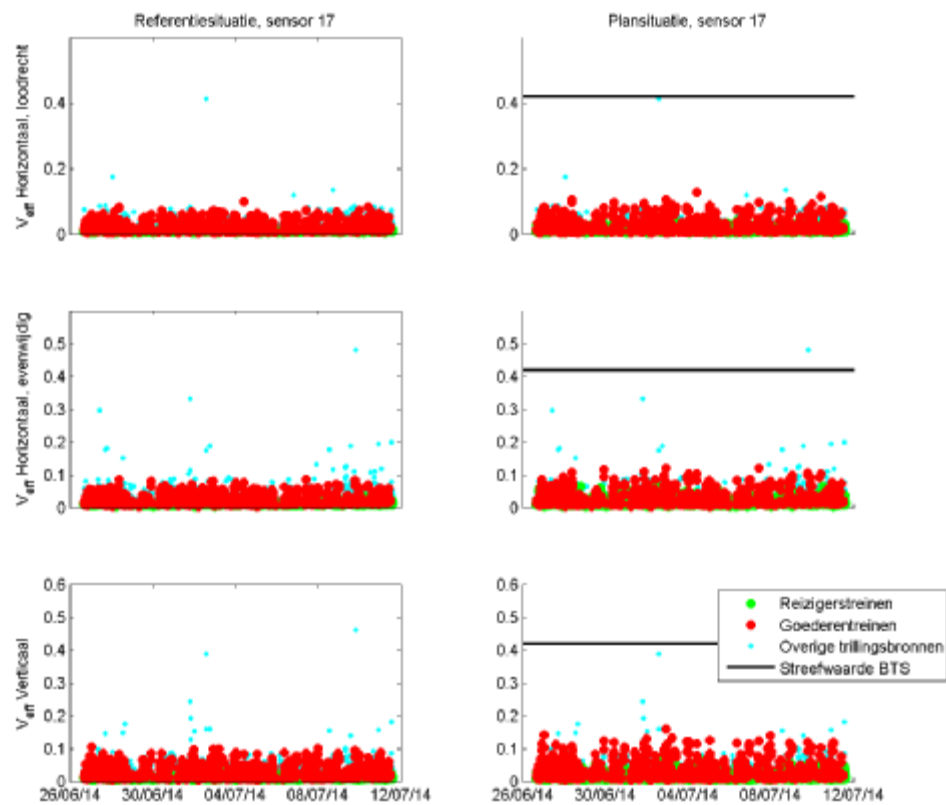
Figuur III - 34 Meetresultaten Hendrik Tollenstraat 1 en 5

In Figuur III - 35 tot Figuur III - 37 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Goederentreinen zijn als rode meetpunten weergegeven, reizigerstreinen als groene meetpunten, en alle overige trillingsbronnen zijn als blauwe meetpunten weergegeven. Een deel van de overige trillingsbronnen

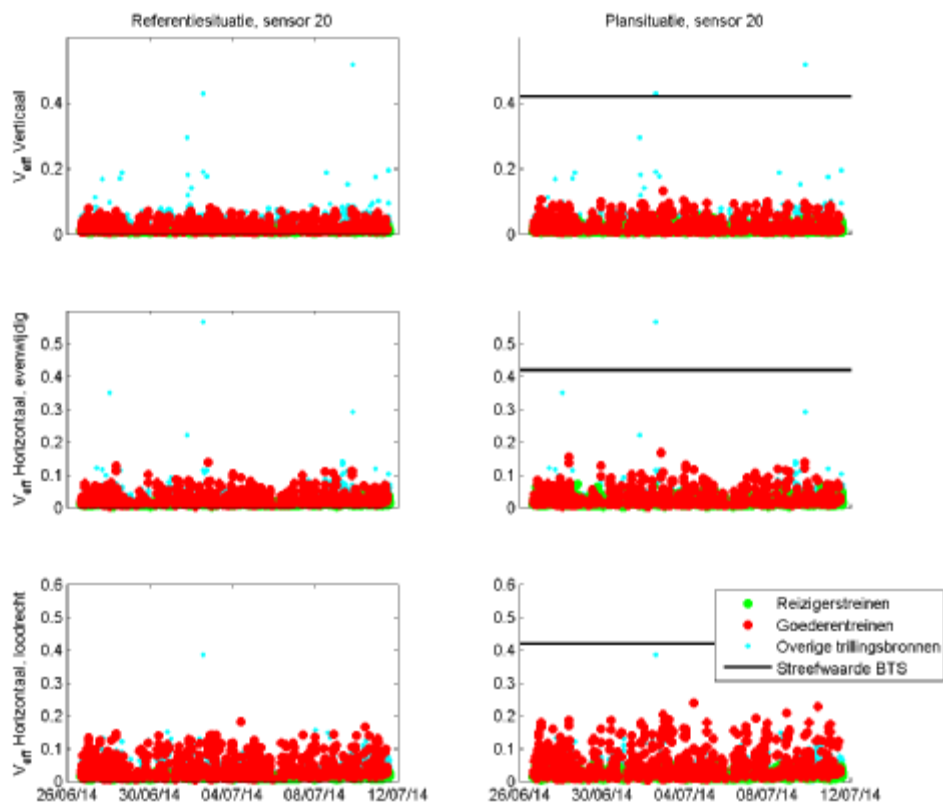
geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.



Figuur III - 35 Resultaten sensor 5

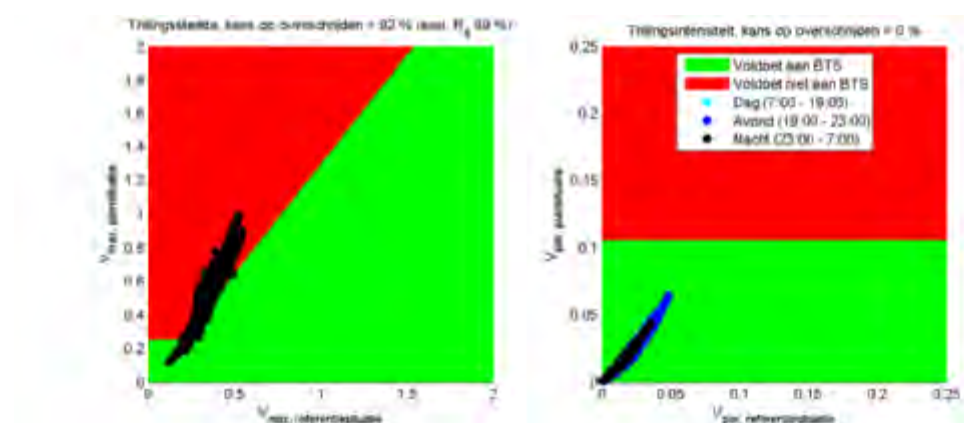


Figuur III - 36 Resultaten sensor 17



Figuur III - 37 Resultaten sensor 20

In Figuur III - 38 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op overschrijden van de grenswaarden groot is.



Figuur III - 38 Kans op overschrijden voor Hendrik Tollenstraat 1 en 5 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

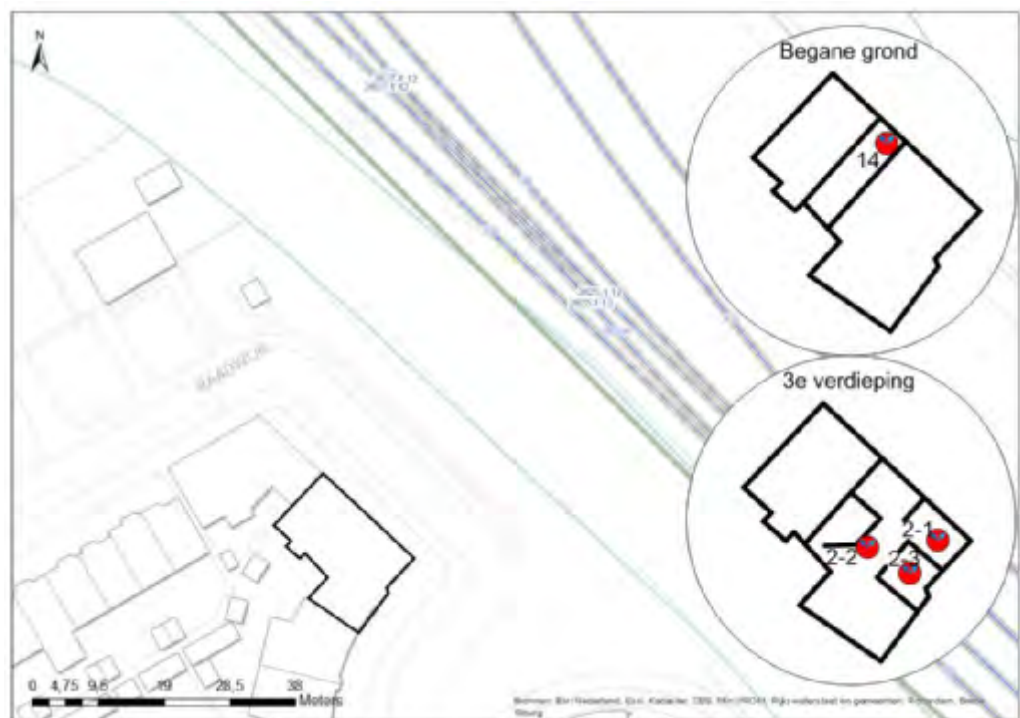
III.8 Raadwijk 2bisA

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 8.

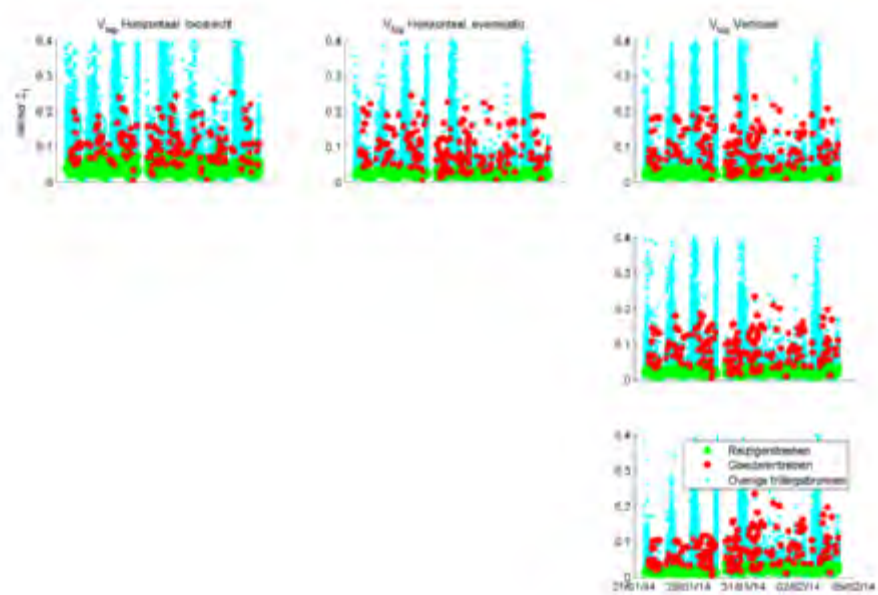
Tabel III - 8 *Gegevens meting Raadwijk 2bisA*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i> <i>Daalseplein 101</i> <i>3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon</i> <i>e-mail: pieter.boon@movares.nl</i> <i>tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>P.R. Bouwma</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>27 januari 2014 10:05 tot 3 februari 10:20</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaagse etagewoning, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-39</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-39</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D-gefoon en twee 2D-gefoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-40</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 39, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 40.



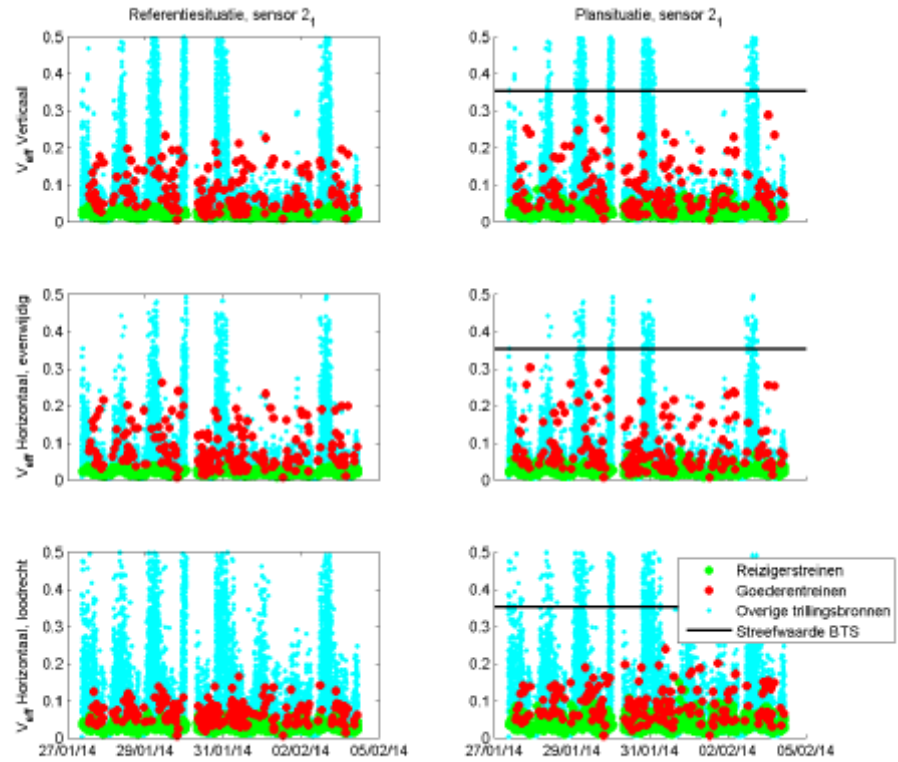
Figuur III - 39 Opstelling sensoren bij Raadwijk 2bisA



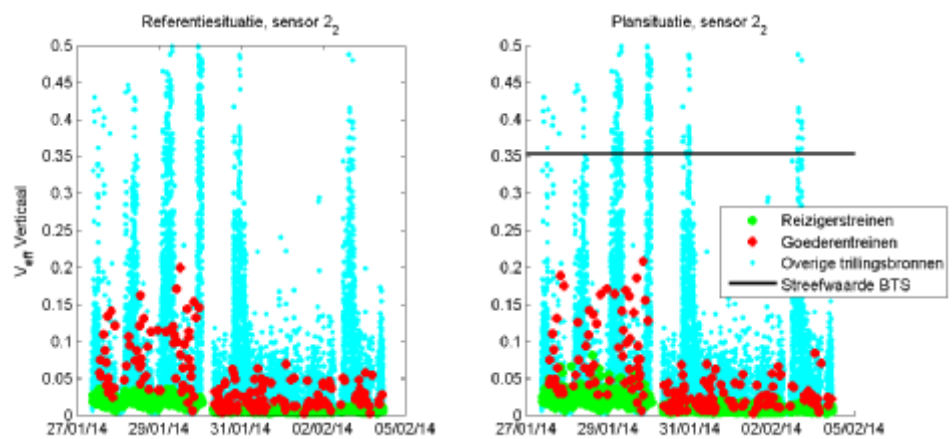
Figuur III - 40 Meetresultaten Raadwijk 2bisA

In Figuur III - 41 tot Figuur III - 43 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Goederentreinen zijn als rode meetpunten weergegeven, reizigerstreinen als groene meetpunten, en alle overige trillingsbronnen zijn als blauwe meetpunten weergegeven. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan

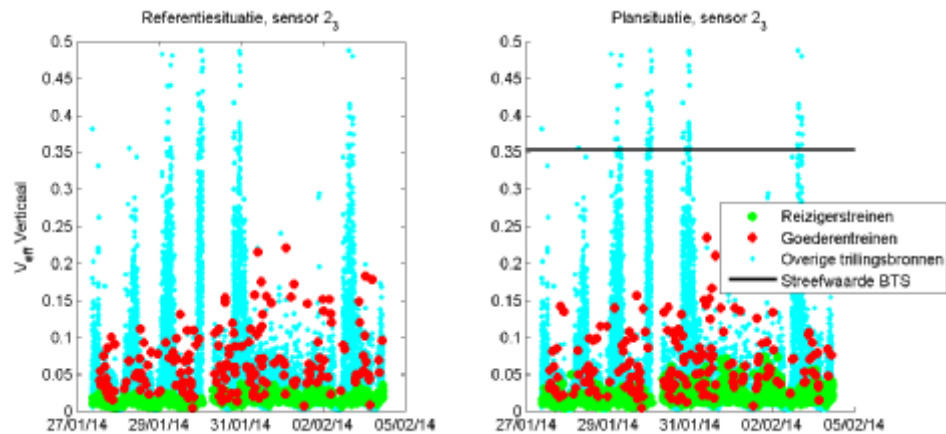
die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen of andere lokale verstoringen binnenshuis.



Figuur III - 41 Resultaten sensor 2_1

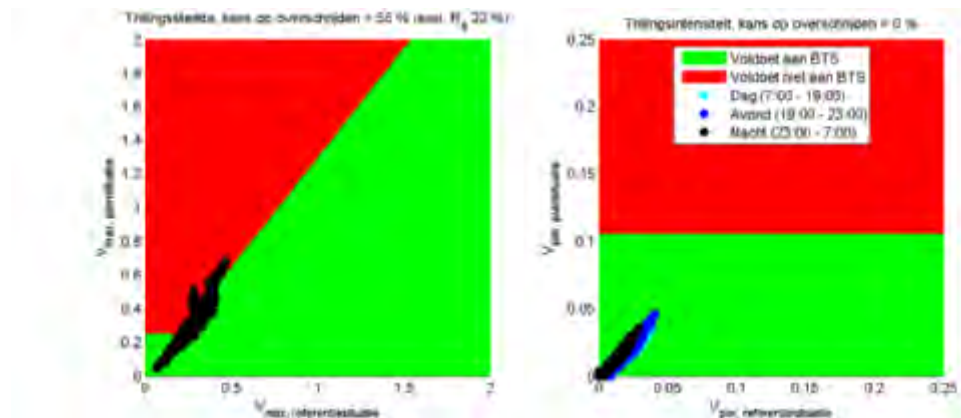


Figuur III - 42 Resultaten sensor 2_2



Figuur III - 43 Resultaten sensor 2_3 (andere positie van sensor 2_2)

In Figuur III - 44 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er een beperkte kans op overschrijden van de grenswaarden is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echter klein. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus klein.



Figuur III - 44 Kans op overschrijden voor Raadwijk 2bisA van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.9 Tolsteegplantsoen 10-3

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 9.

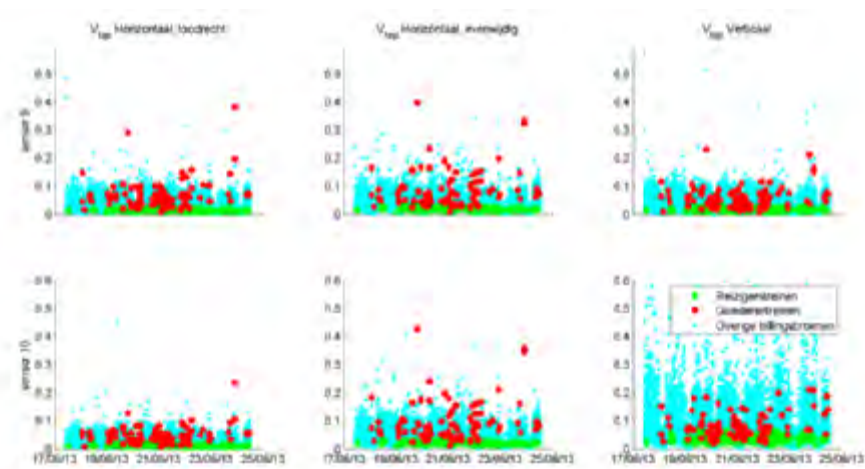
Tabel III - 9 *Gegevens meting Tolsteegplantsoen 10-3*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J.Heijmans, P.R. Bouwma en F.J. Faber
3	Tijdspanne meting	17 juni 2013 11:05 tot 24 juni 12:20 en 4 februari 2014 17:15 tot 6 februari 08:10
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Drielaags appartementencomplex opgebouwd uit metselwerk
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III-45
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III-45
9	Gebruikte meetopnemers	Twee 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III-46
11	Motivatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 45, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 46.

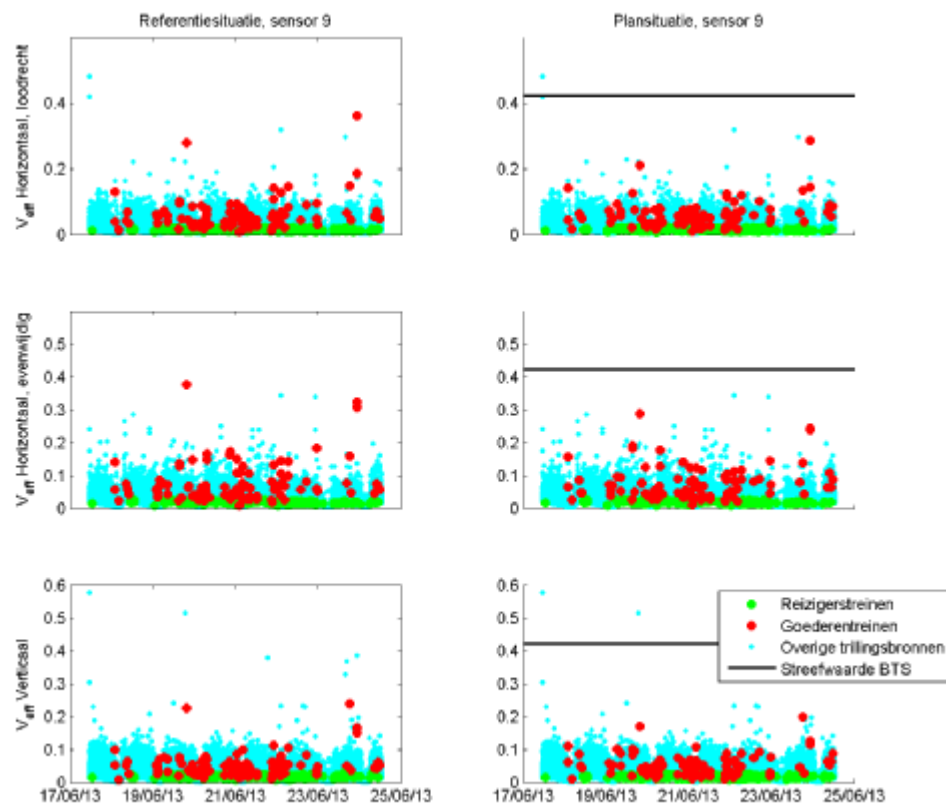


Figuur III - 45 Opstelling sensoren bij Tolsteegplantsoen 10-3

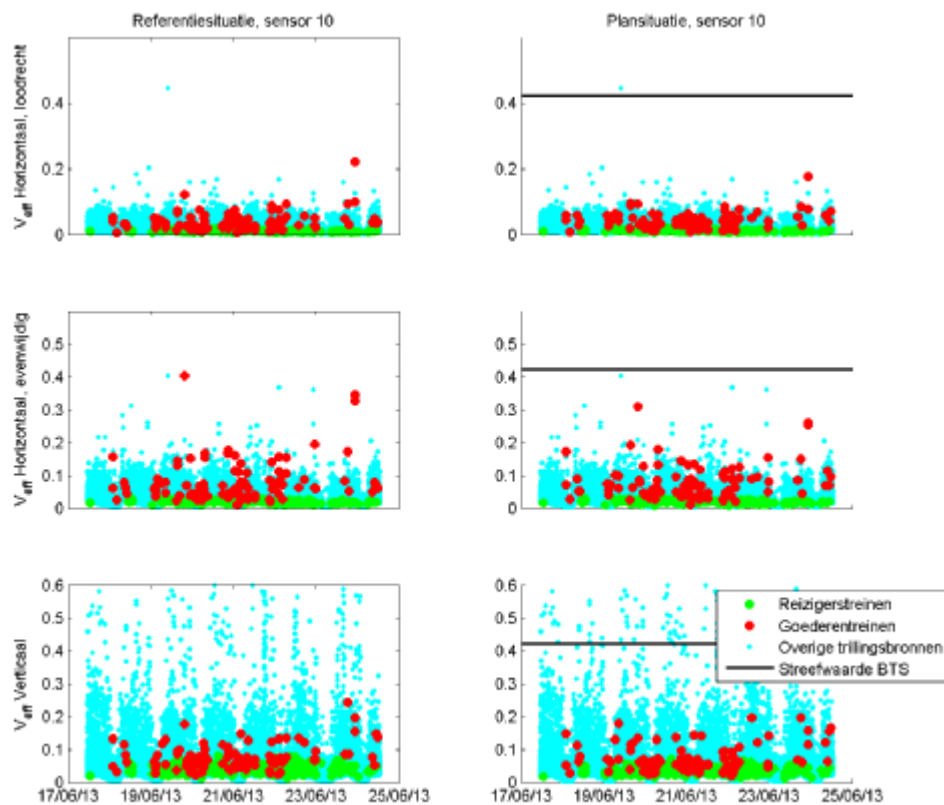


Figuur III - 46 Meetresultaten Tolsteegplantsoen 10-3

In Figuur III - 47 en Figuur III - 48 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Goederentreinen zijn als rode meetpunten weergegeven, reizigerstreinen als groene meetpunten, en alle overige trillingsbronnen zijn als blauwe meetpunten weergegeven. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen. Het verkeer aan de Briljantlaan (bussen, auto's en vrachtauto's) veroorzaakt vergelijkbare trillingen en zelfs iets hogere trillingen als het treinverkeer. Met name overdag is de meting daarom zeer sterk verstoord.

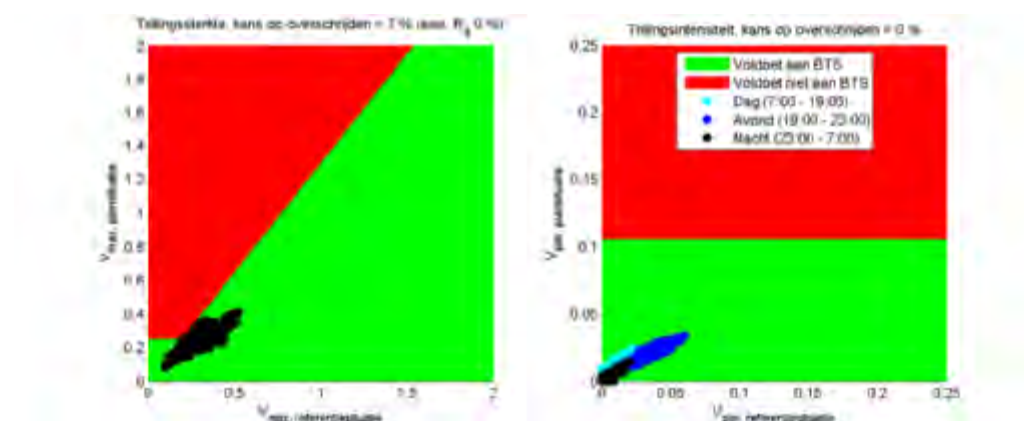


Figuur III - 47 *Resultaten sensor 9*



Figuur III - 48 Resultaten sensor 10

In Figuur III - 49 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding verwaarloosbaar klein is.



Figuur III - 49 Kans op overschrijden voor Tolsteegplantsoen 10-3 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.10 Tolsteegplantsoen 45-3

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 10.

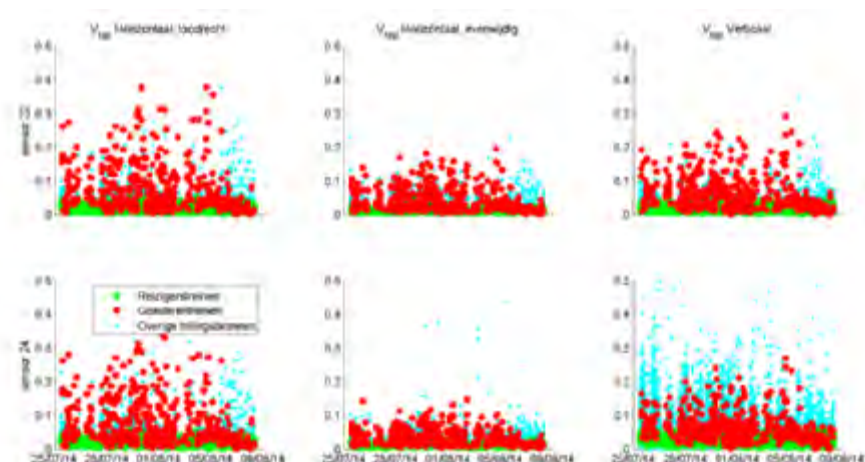
Tabel III - 10 *Gegevens meting Tolsteegplantsoen 45-3*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J.Heijmans</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>25 juli 2014 11:30 tot 8 augustus 2014 10:00</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaags appartementencomplex opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-50</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-50</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-51</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 50, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 51.

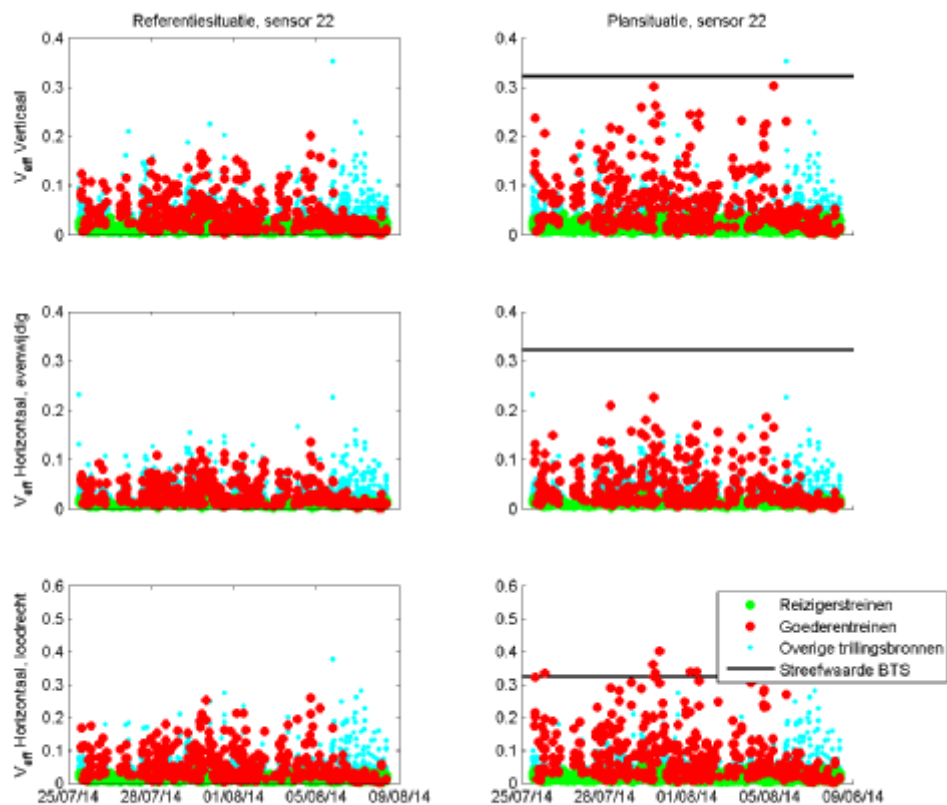


Figuur III - 50 Opstelling sensoren bij Tolsteegplantsoen 45-3

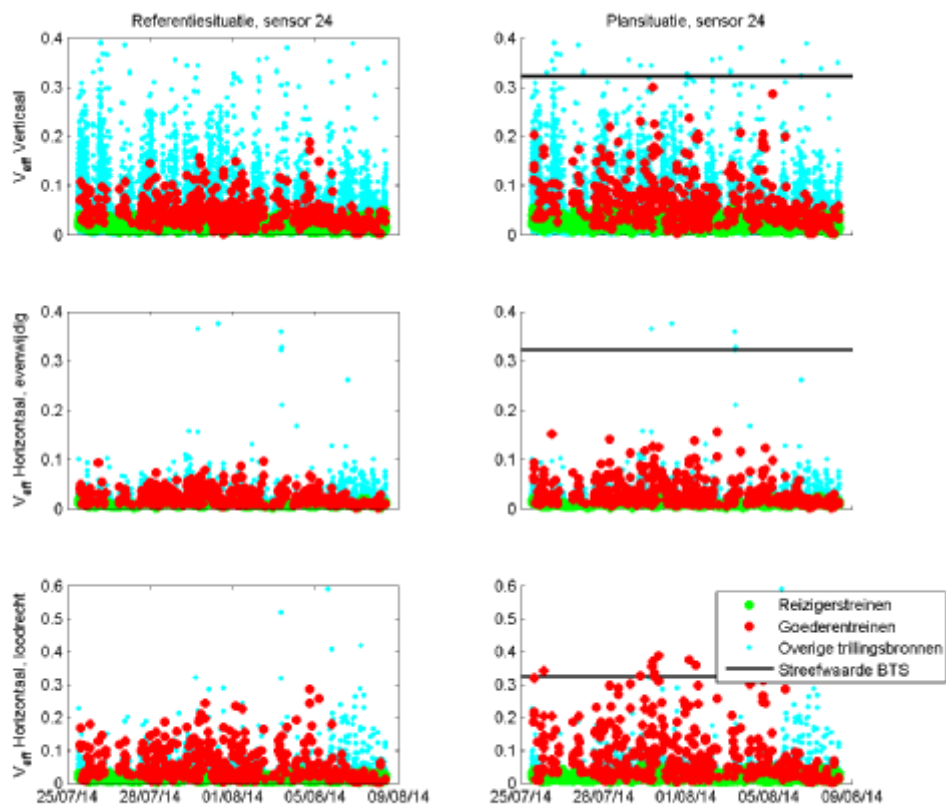


Figuur III - 51 Meetresultaten Tolsteegplantsoen 45-3

In Figuur III - 52 en Figuur III - 53 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Goederentreinen zijn als rode meetpunten weergegeven, reizigerstreinen als groene meetpunten, en alle overige trillingsbronnen zijn als blauwe meetpunten weergegeven. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen in de woning.

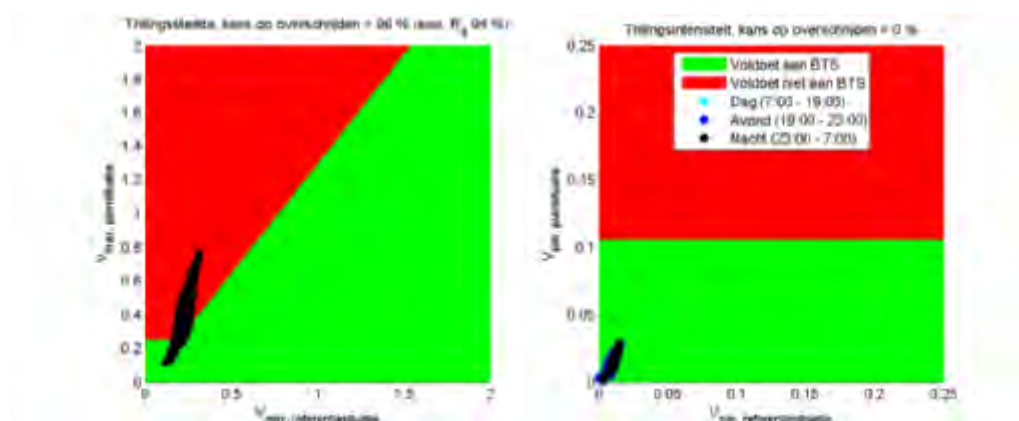


Figuur III - 52 *Resultaten sensor 22*



Figuur III - 53 Resultaten sensor 24

In Figuur III - 54 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er een vrij grote kans is op een overschrijding van de grenswaarden.



Figuur III - 54 Kans op overschrijden voor Tolsteegplantsoen 45-3 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

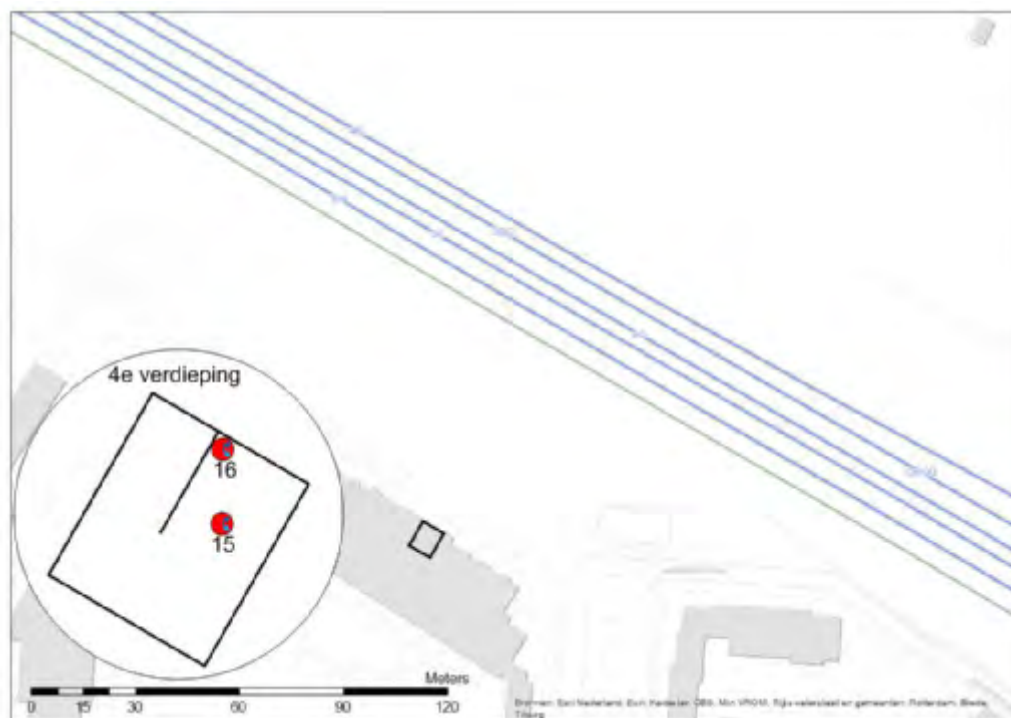
III.11 Saffierlaan 10-680

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 11.

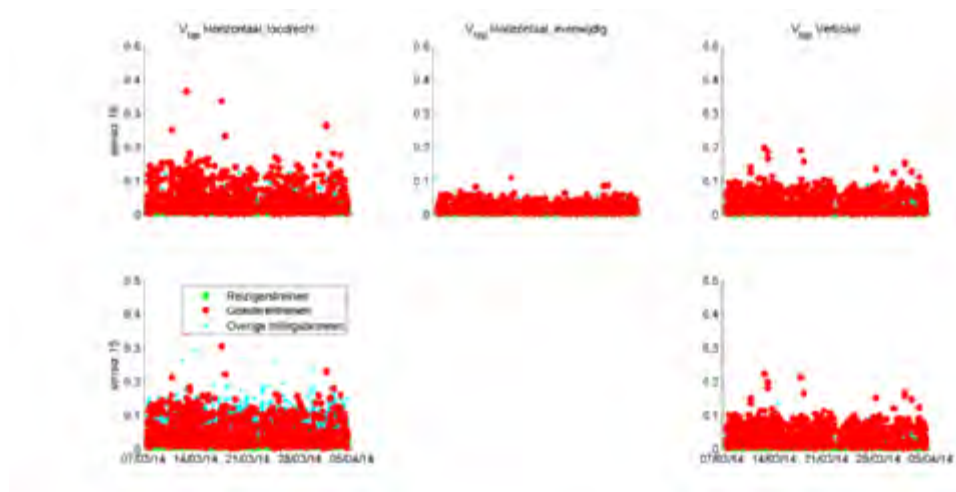
Tabel III - 11 *Gegevens meting Saffierlaan 10-680*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>P.R. Bouwma en J. van den Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>7 maart 2014 16:00 tot 4 april 2014 10:00</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Zeslaags appartementencomplex. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-55</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-55</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D-geofoon en een 2D-geofoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Dewe-43 meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-56</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 55, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 56.

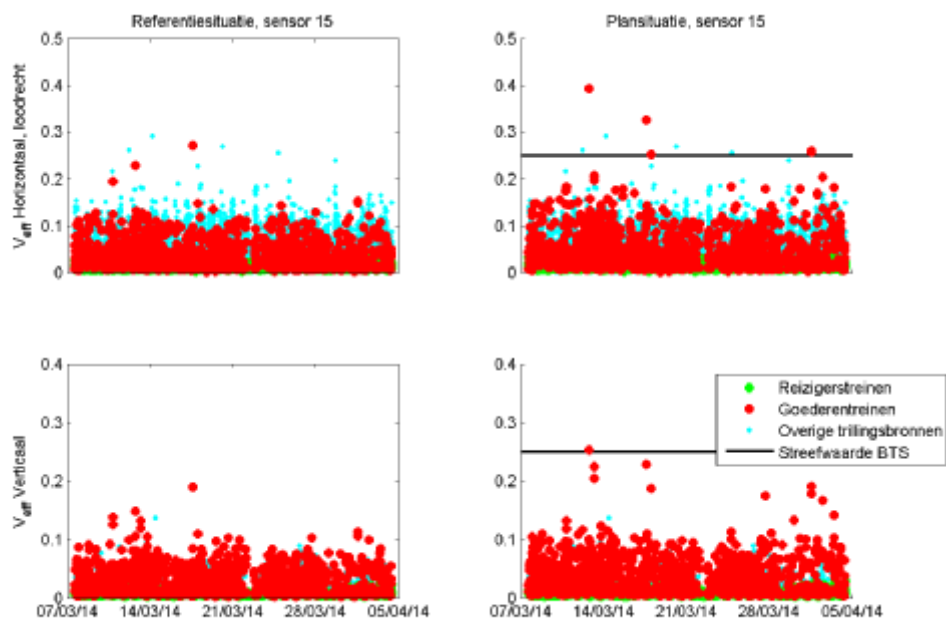


Figuur III - 55 Opstelling sensoren bij Saffierlaan 10-680

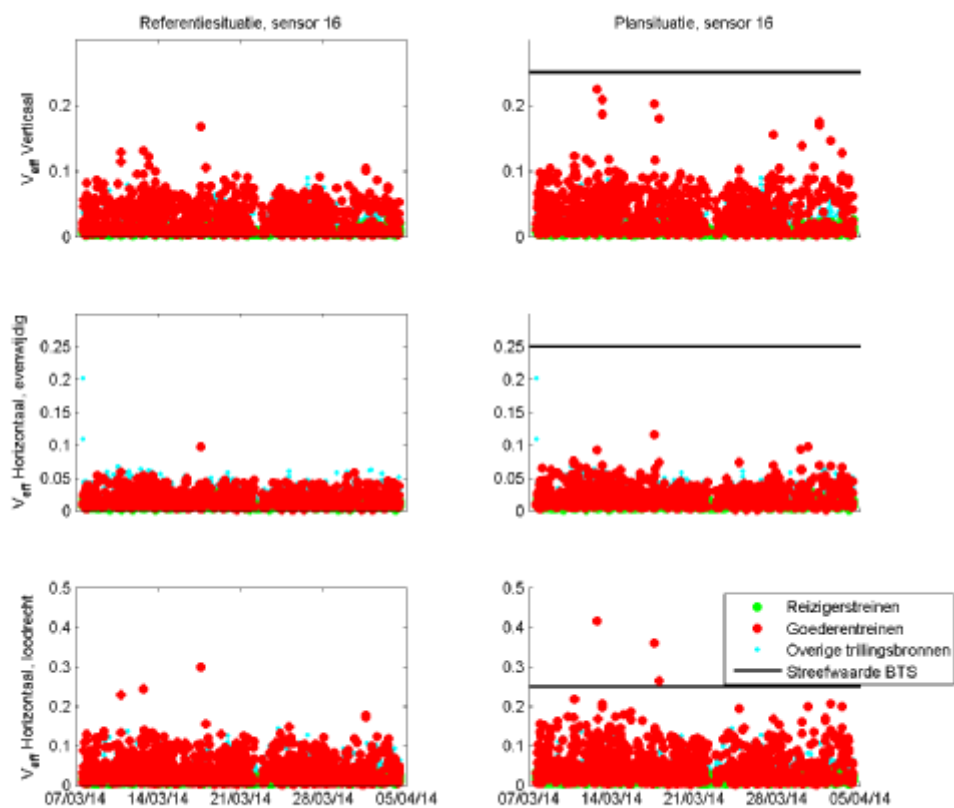


Figuur III - 56 Meetresultaten Saffierlaan 10-680

In Figuur III - 57 en Figuur III - 58 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

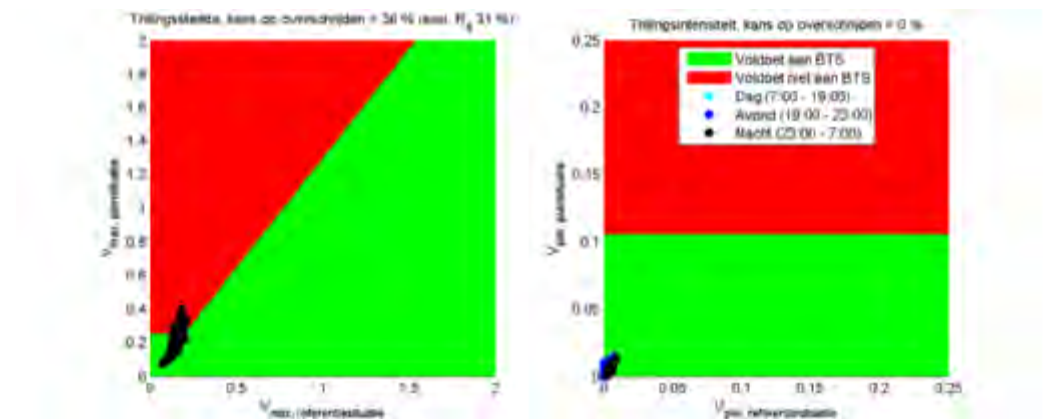


Figuur III - 57 Resultaten sensor 15



Figuur III - 58 Resultaten sensor 16

In Figuur III - 59 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op overschrijden van de grenswaarden klein is.



Figuur III - 59 Kans op overschrijden voor Saffierlaan 10-680 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

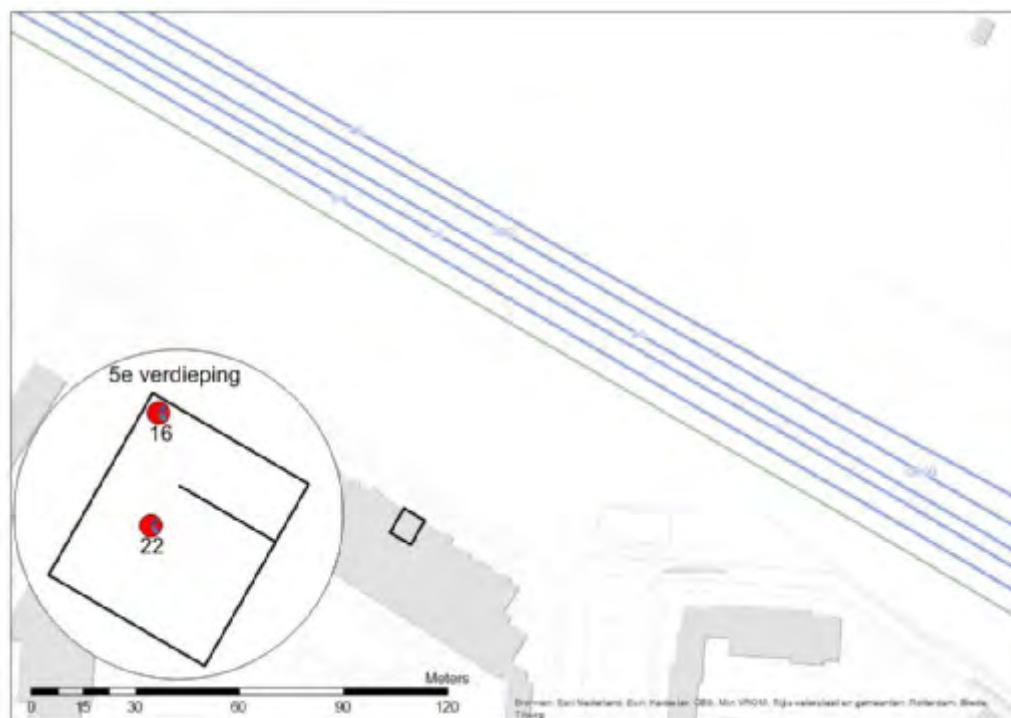
III.12 Saffierlaan 10-770

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 12.

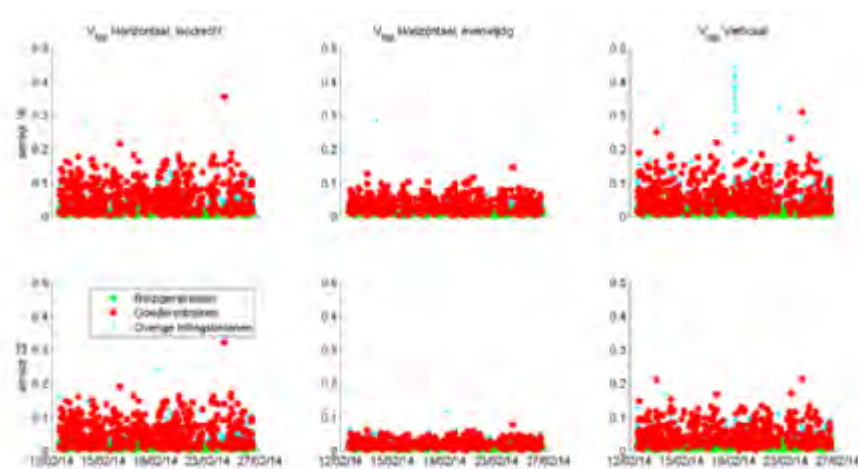
Tabel III - 12 *Gegevens meting Saffierlaan 10-770*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. van den Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>3 februari 2014 14:00 tot 26 februari 14:00</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Zeslaags appartementencomplex. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-60</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-60</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Dewe-43 meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-61</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 60, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 61.

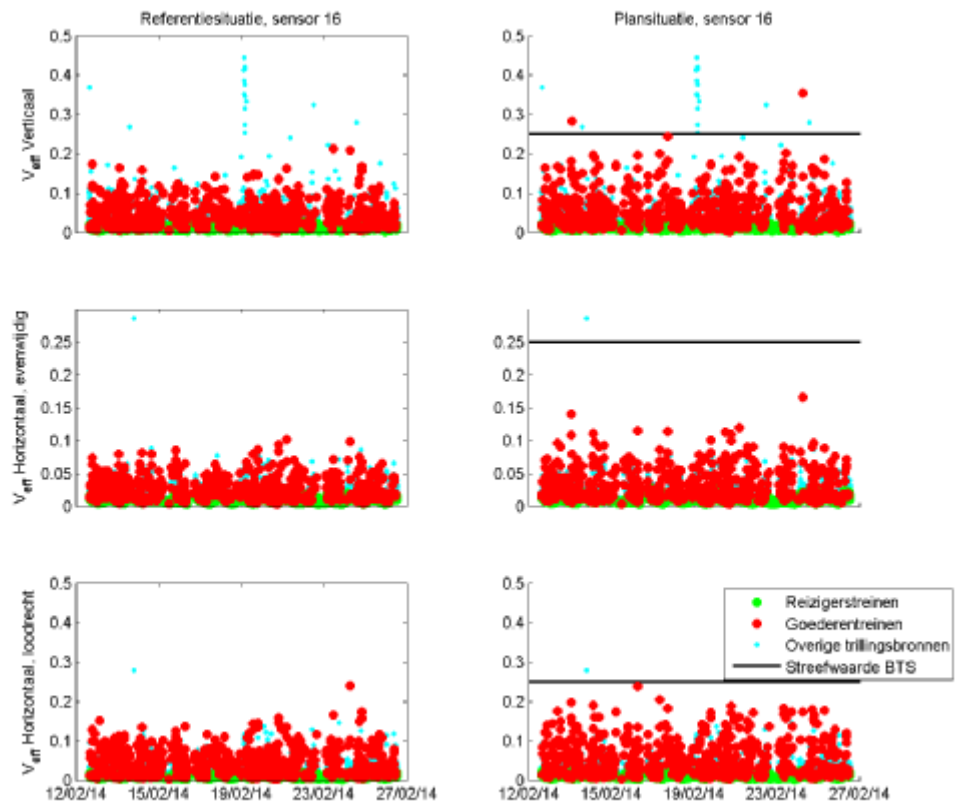


Figuur III - 60 Opstelling sensoren bij Saffierlaan 10-770

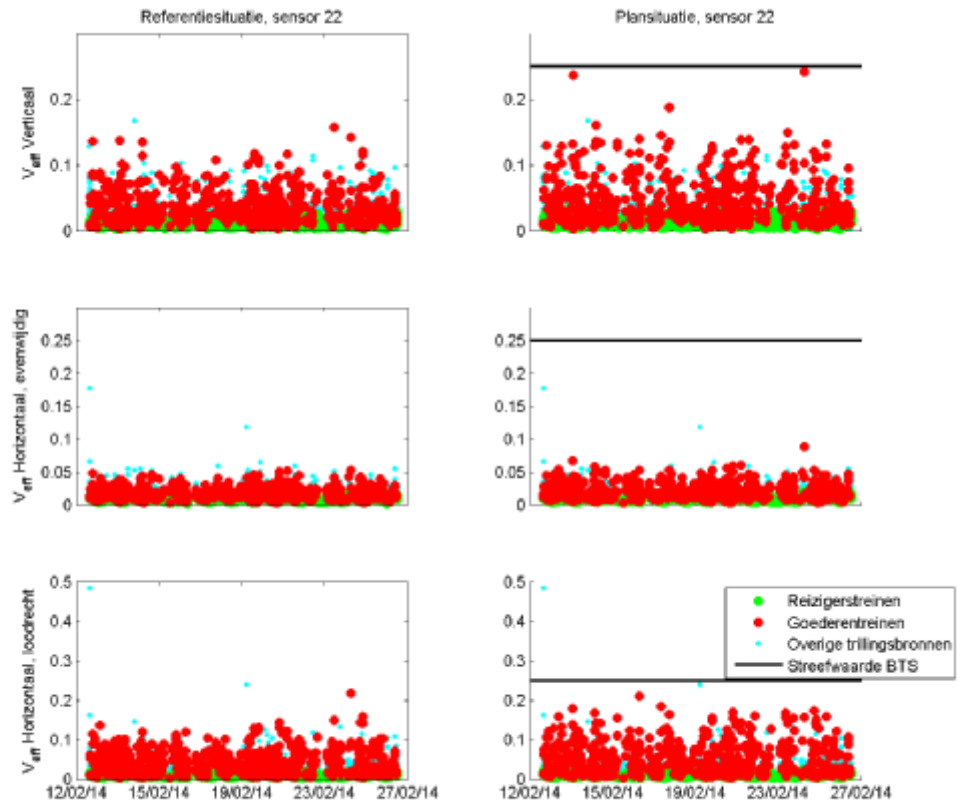


Figuur III - 61 Meetresultaten Saffierlaan 10-770

In Figuur III - 62 en Figuur III - 63 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

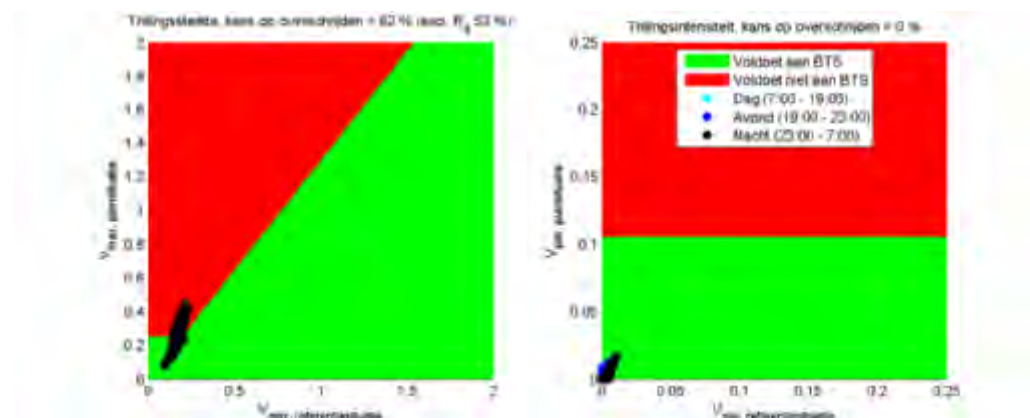


Figuur III - 62 Resultaten sensor 16



Figuur III - 63 Resultaten sensor 22

In Figuur III - 64 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op overschrijden van de grenswaarden beperkt is.



Figuur III - 64 Kans op overschrijden voor Saffierlaan 10-770 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.13 Kariboestraat 49

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 13.

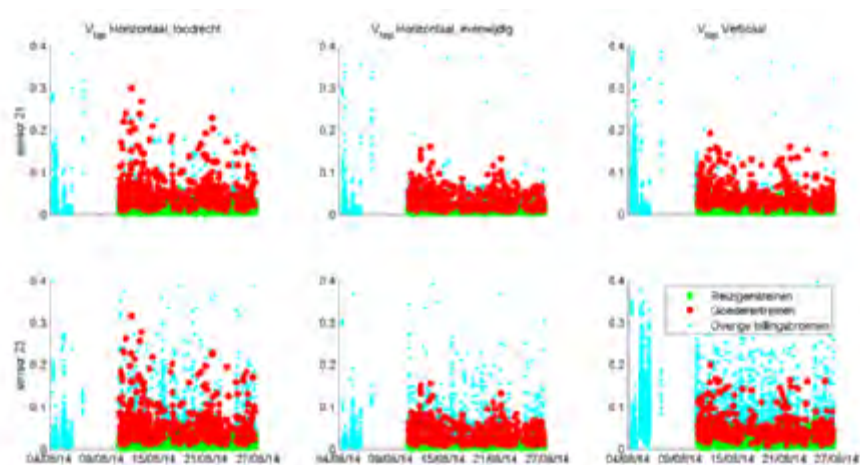
Tabel III - 13 *Gegevens meting Kariboestraat 49*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. Heijmans</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>4 augustus 2014 10:15 tot 26 augustus 17:00</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaags appartementencomplex.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-65</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-65</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Dewe-43 meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-66</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 65, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 66.

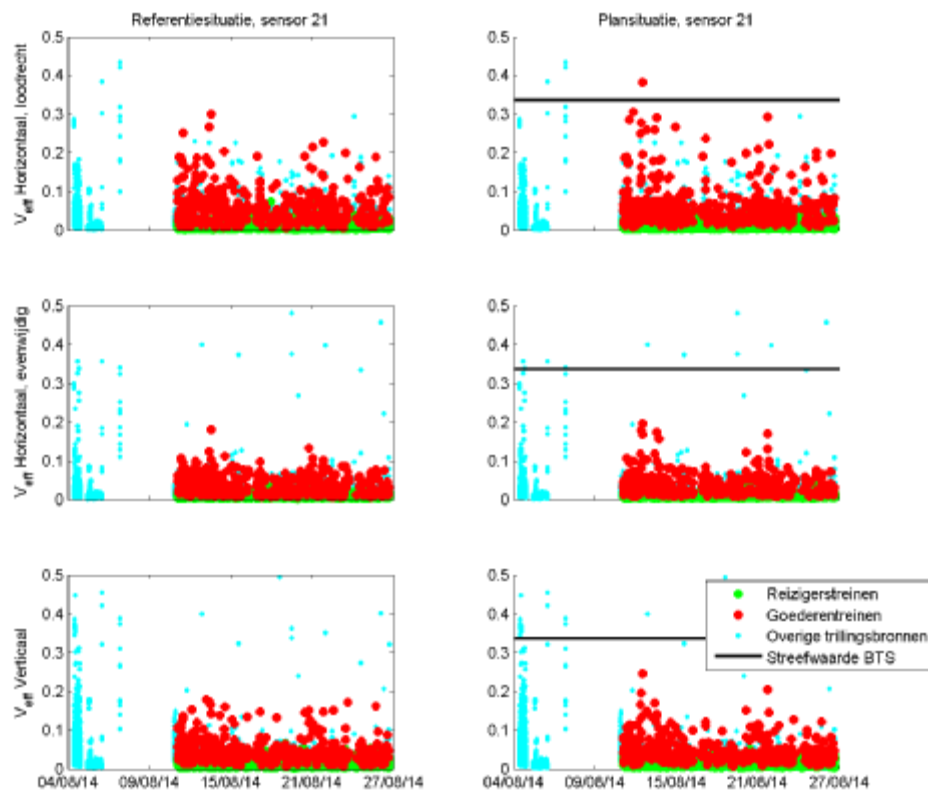


Figuur III - 65 Opstelling sensoren bij Kariboestraat 49

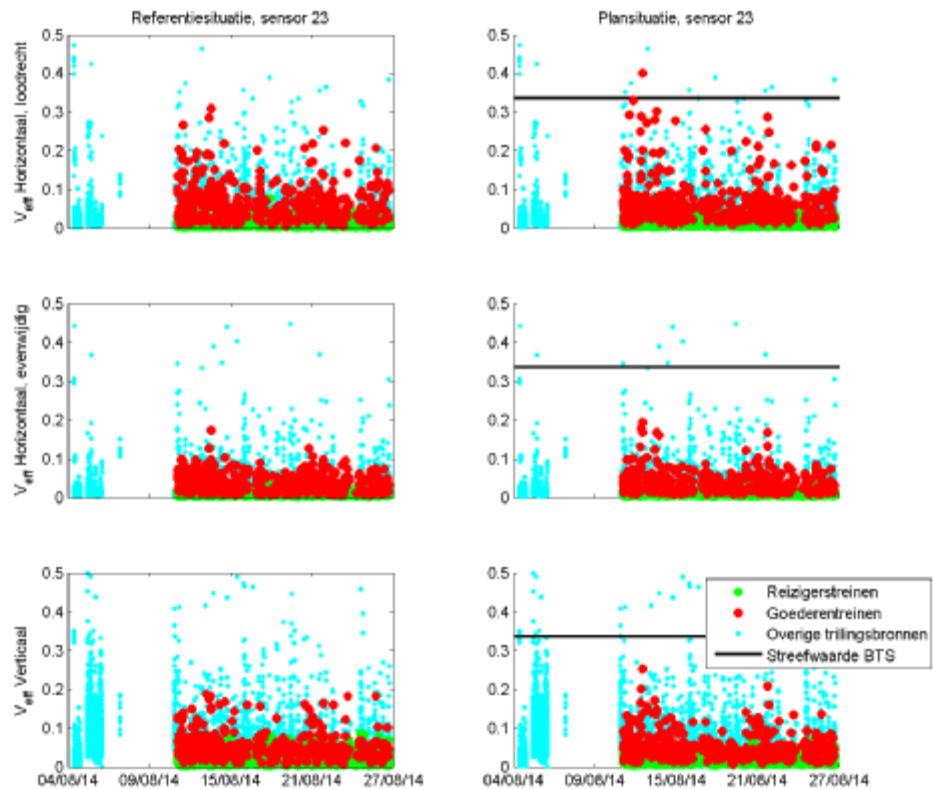


Figuur III - 66 Meetresultaten Kariboestraat 49

In Figuur III - 67 en Figuur III - 68 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

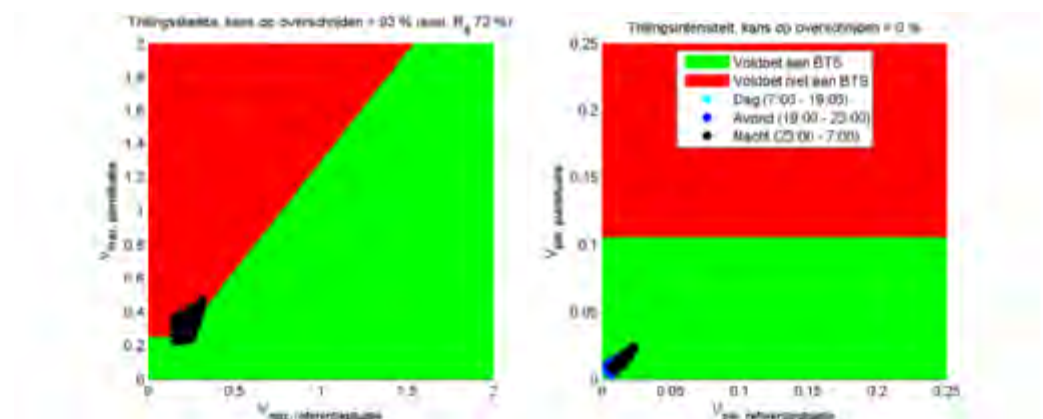


Figuur III - 67 Resultaten sensor 16



Figuur III - 68 Resultaten sensor 23

In Figuur III - 69 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding van de grenswaarden groot is. Ook wanneer de correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) niet wordt meegenomen, is de kans op een overschrijding nog ruim boven de 50 procent.



Figuur III - 69 Kans op overschrijden voor Kariboestraat 49 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.14 Engelsmanplaat 18

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 14.

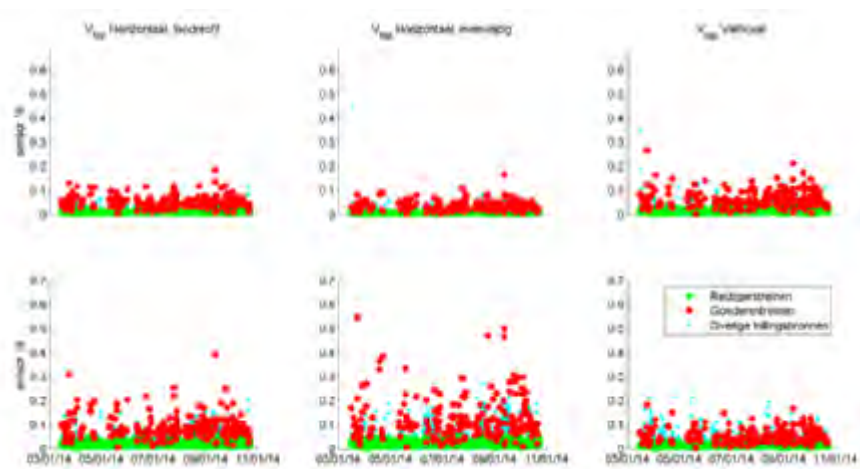
Tabel III - 14 *Gegevens meting Engelsmanplaat 18*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i> <i>Daalseplein 101</i> <i>3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon</i> <i>e-mail: pieter.boon@movares.nl</i> <i>tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>P.R. Bouwma</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>3 januari 2014 11:35 tot 10 januari 16:30</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-70</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-70</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-71</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 70, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 71.

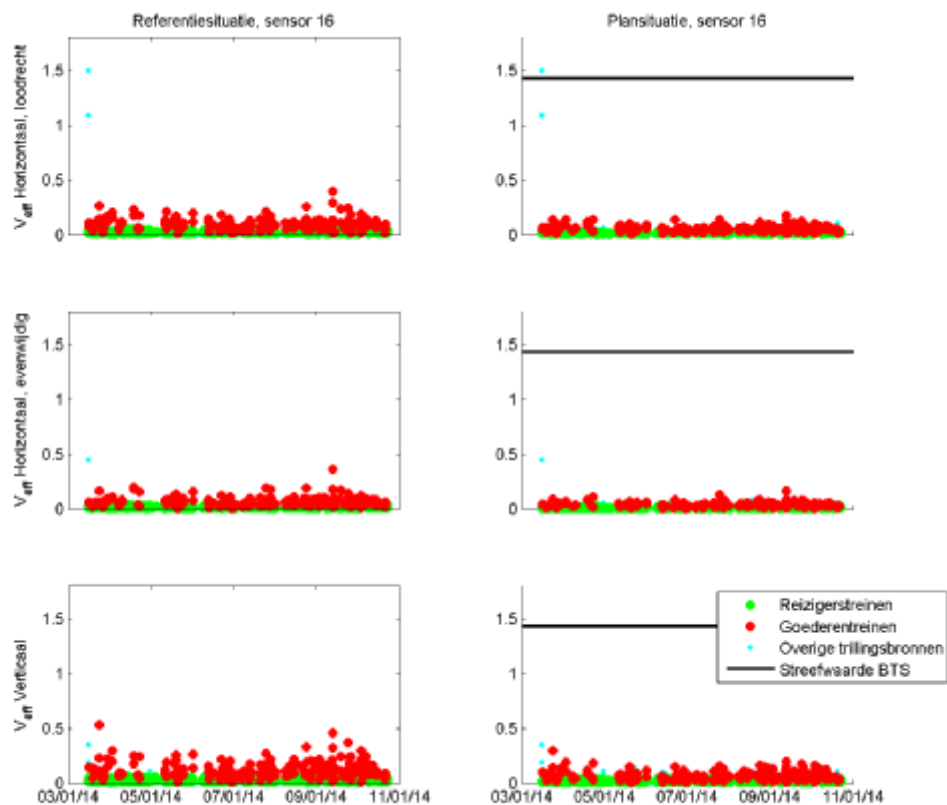


Figuur III - 70 Opstelling sensoren bij Engelsmanstraat 18

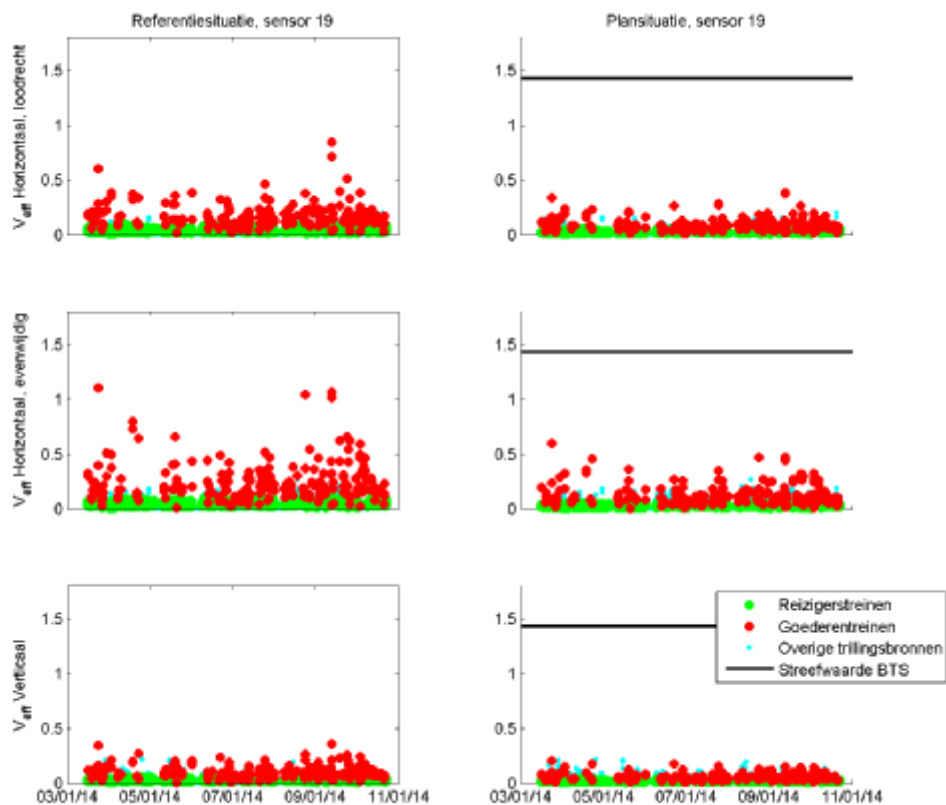


Figuur III - 71 Meetresultaten Engelsmanstraat 18

In Figuur III - 72 en Figuur III - 73 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

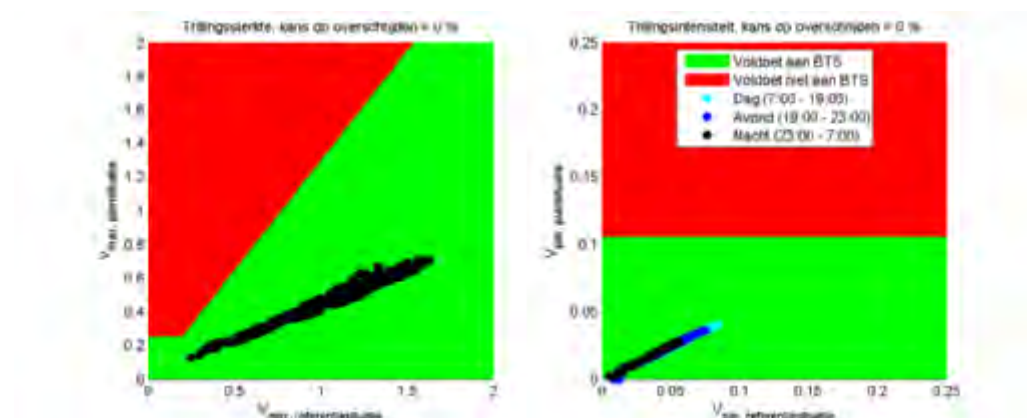


Figuur III - 72 Resultaten sensor 16



Figuur III - 73 Resultaten sensor 19

In Figuur III - 74 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er geen kans is op een overschrijding van de grenswaarden.



Figuur III - 74 Kans op overschrijden voor Engelsmanplaat 18 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.15 Engelsmanplaat 36

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 15.

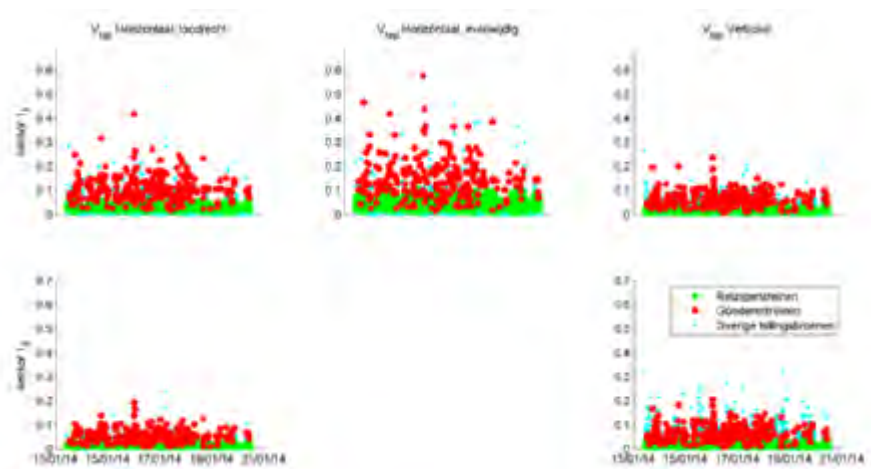
Tabel III - 15 *Gegevens meting Engelsmanplaat 36*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i> <i>Daalseplein 101</i> <i>3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon</i> <i>e-mail: pieter.boon@movares.nl</i> <i>tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>M. van Riel</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>13 januari 2014 10:45 tot 20 januari 13:20</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-75</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-75</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D- en een 2D-geofoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-76</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 75, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 76.

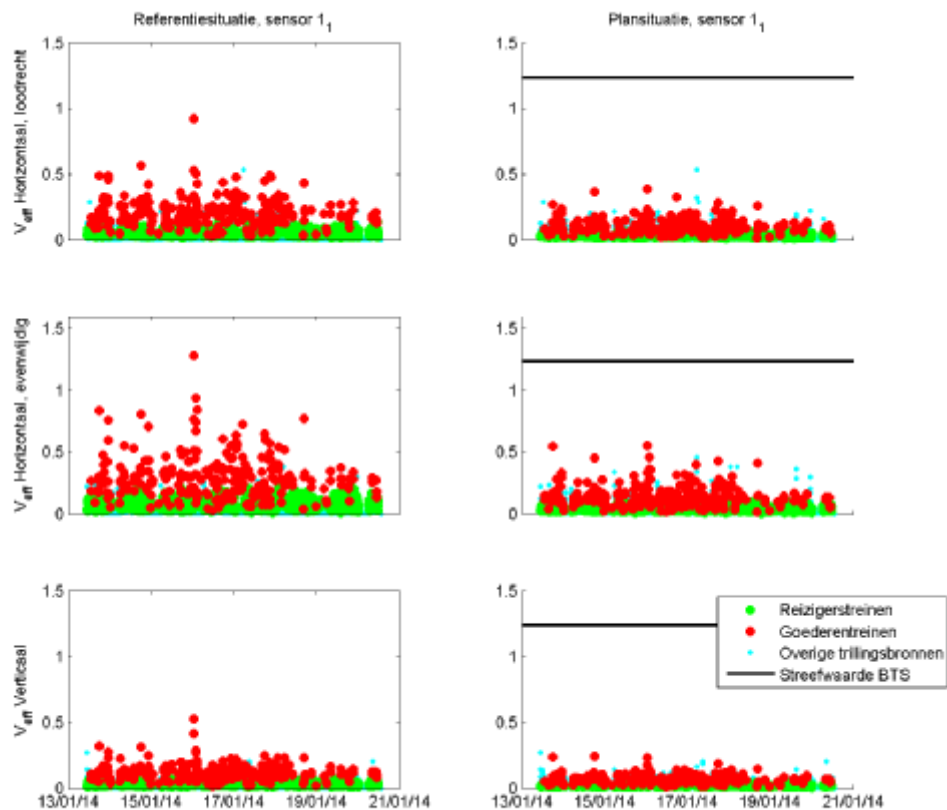


Figuur III - 75 Opstelling sensoren bij Engelsmanstraat 36

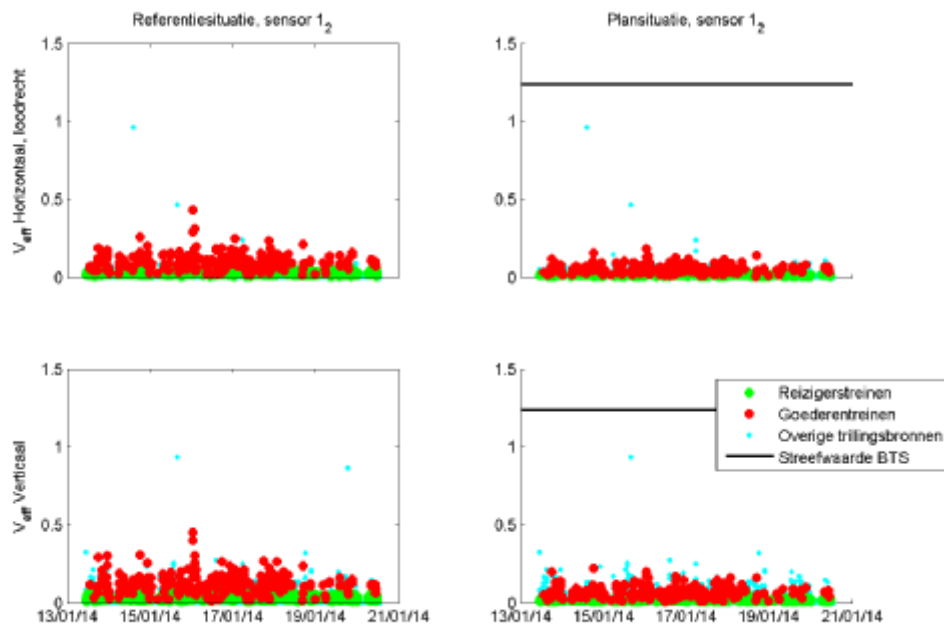


Figuur III - 76 Meetresultaten Engelsmanstraat 36

In Figuur III - 77 en Figuur III - 78 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

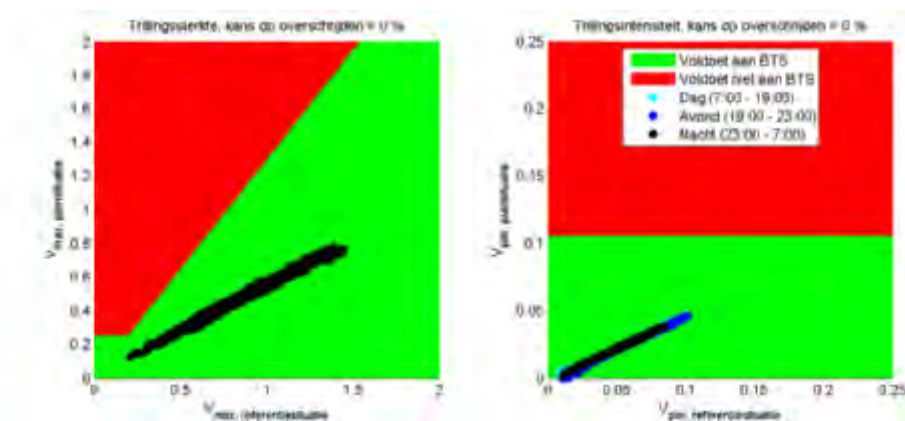


Figuur III - 77 *Resultaten sensor 1_1*



Figuur III - 78 Resultaten sensor 1_2

In Figuur III - 79 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er geen kans is op een overschrijding van de grenswaarden.



Figuur III - 79 Kans op overschrijden voor Engelsmanplaat 36 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.16 Engelsmanplaat 48

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 16.

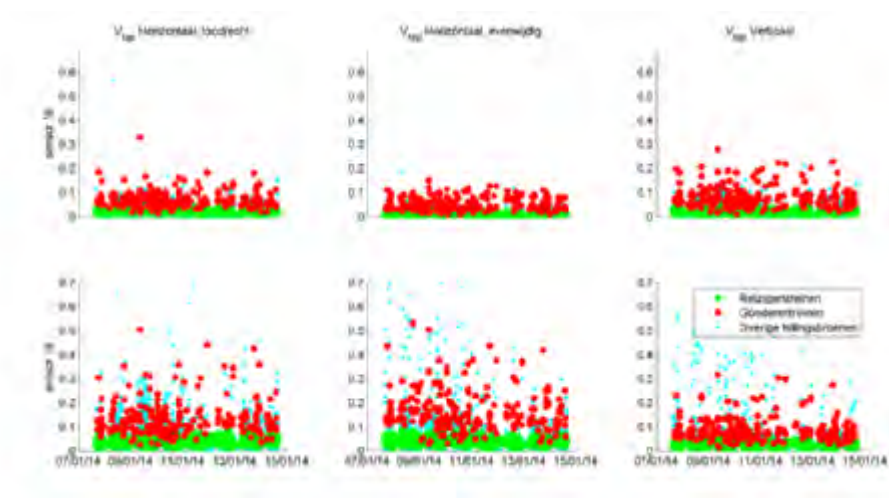
Tabel III - 16 *Gegevens meting Engelsmanplaat 48*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i> <i>Daalseplein 101</i> <i>3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon</i> <i>e-mail: pieter.boon@movares.nl</i> <i>tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>P.R. Bouwma</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>3 januari 2014 15:35 tot 14 januari 16:05</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Direlaags eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-80</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-80</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-81</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 80, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 81.

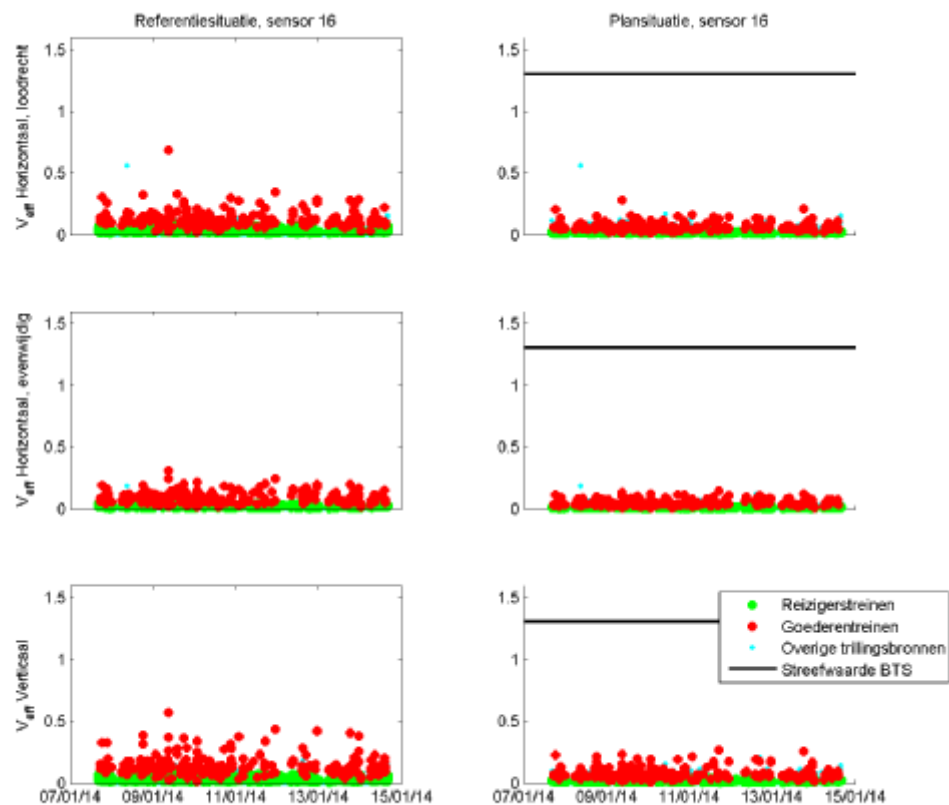


Figuur III - 80 Opstelling sensoren bij Engelsmanstraat 48

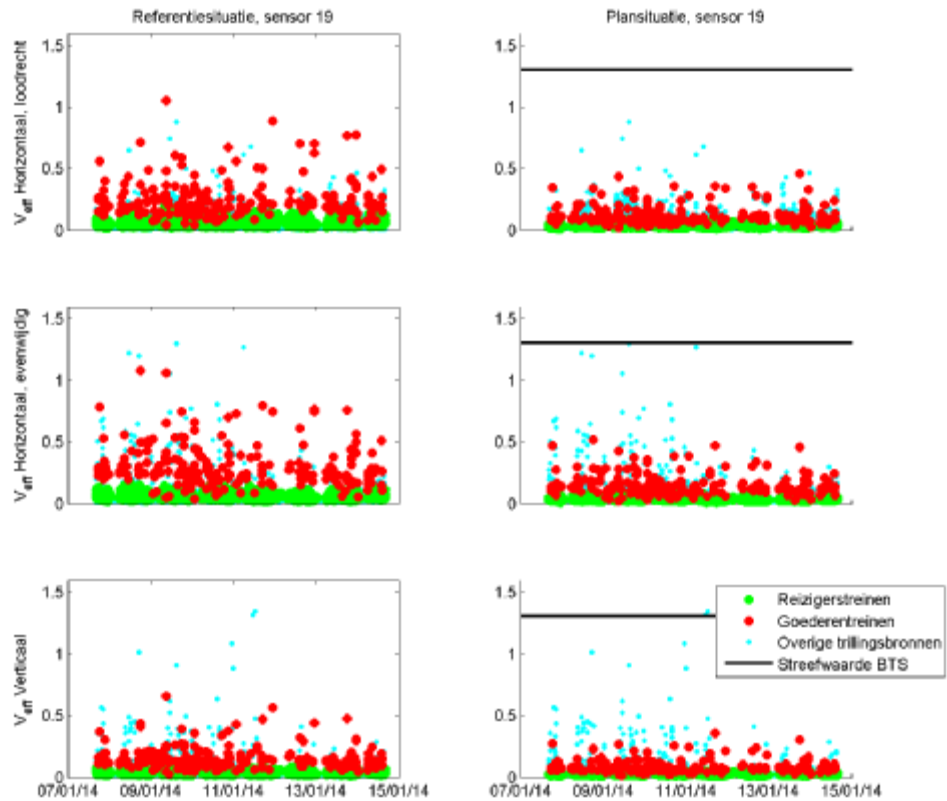


Figuur III - 81 Meetresultaten Engelsmanstraat 48

In Figuur III - 82 en Figuur III - 83 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

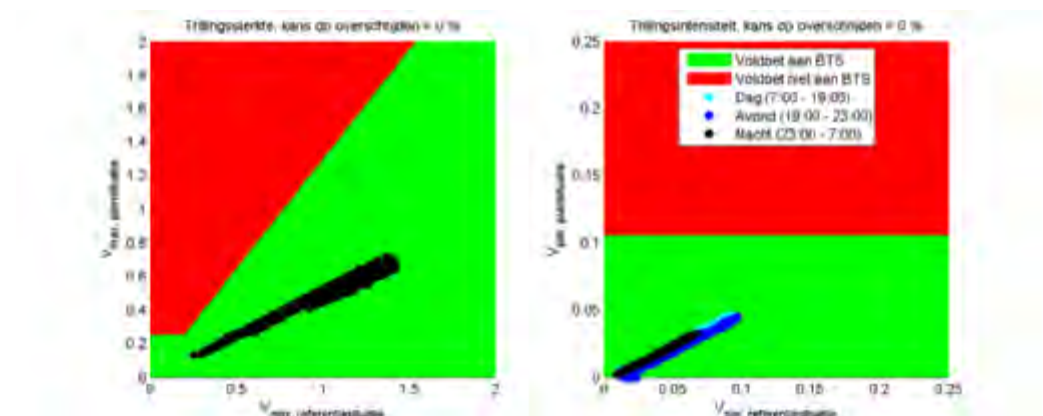


Figuur III - 82 *Resultaten sensor 16*



Figuur III - 83 Resultaten sensor 19

In Figuur III - 84 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er geen kans is op een overschrijding van de grenswaarden.



Figuur III - 84 Kans op overschrijden voor Engelsmanplaat 48 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

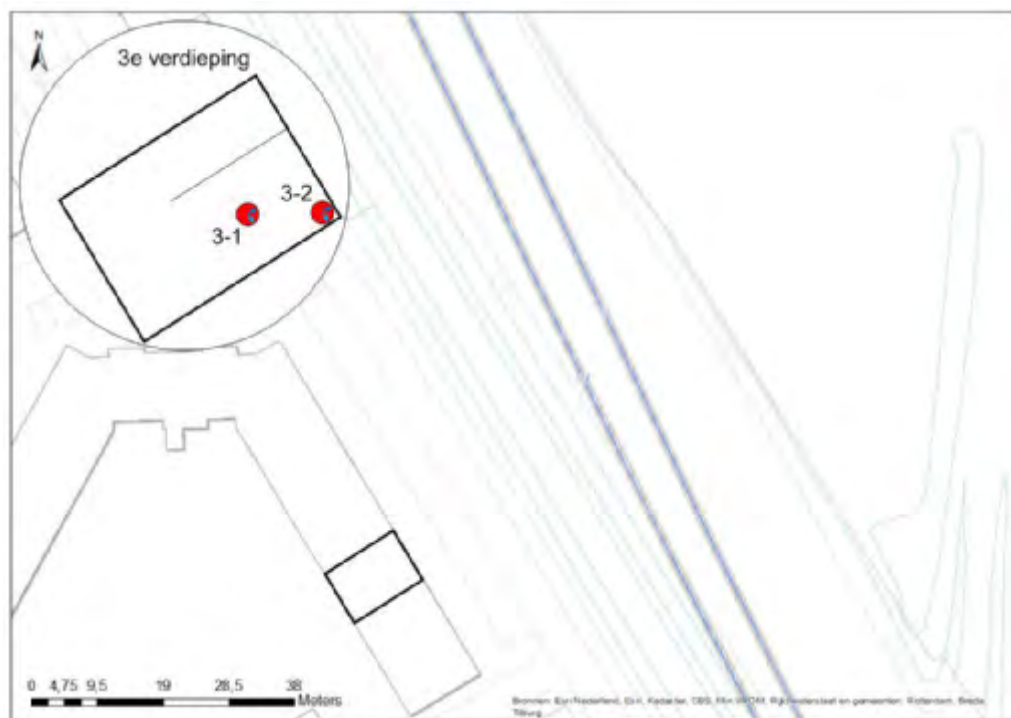
III.17 De Wadden 87

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 17.

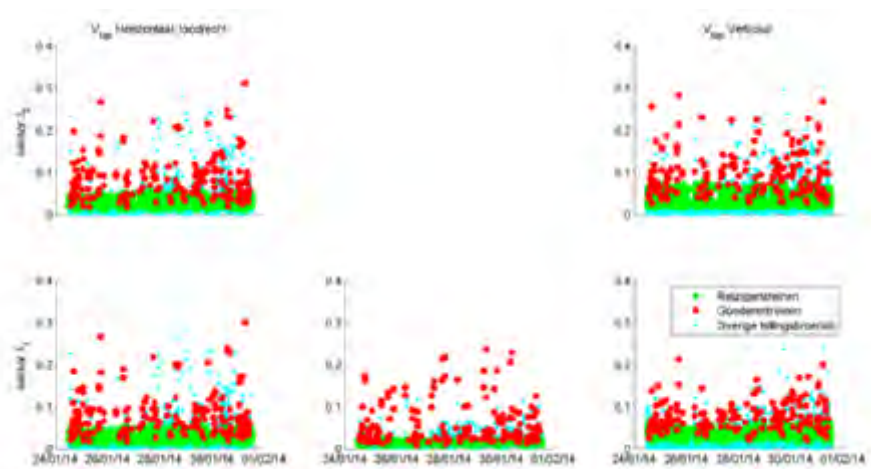
Tabel III - 17 *Gegevens meting De Wadden 87*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>O. van Saane en M. van Riel</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>24 januari 2014 12:15 tot 31 januari 13:25</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Vierlaags appartementencomplex. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-85</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-85</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D- en een 2D-geofoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-86</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 85, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 86.

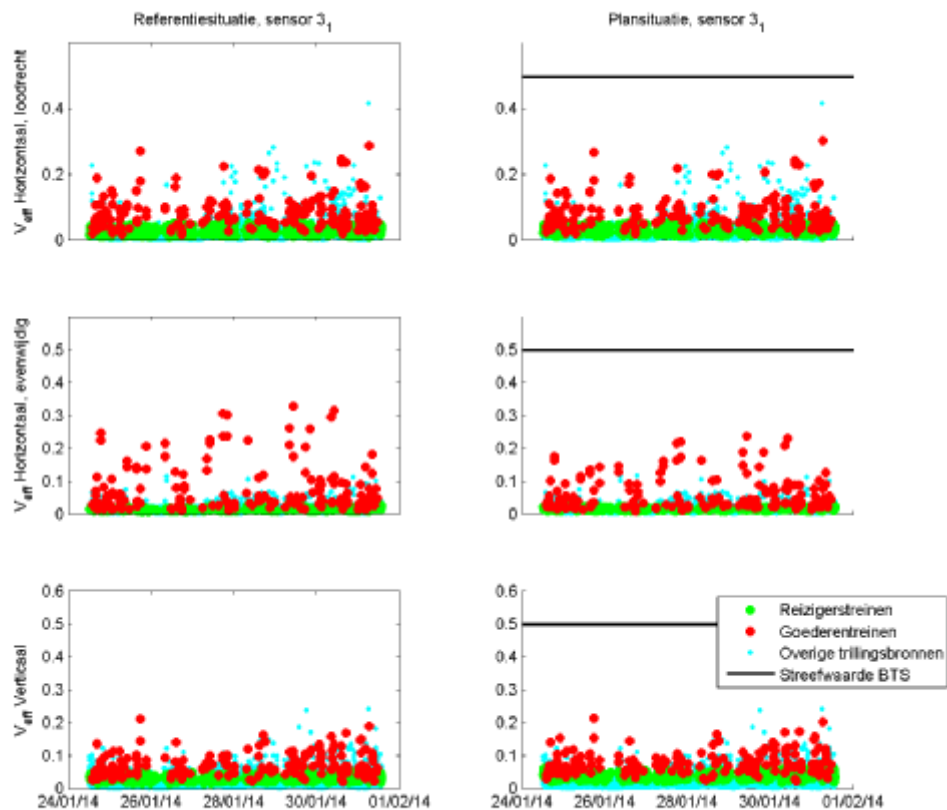


Figuur III - 85 Opstelling sensoren bij De Wadden 87

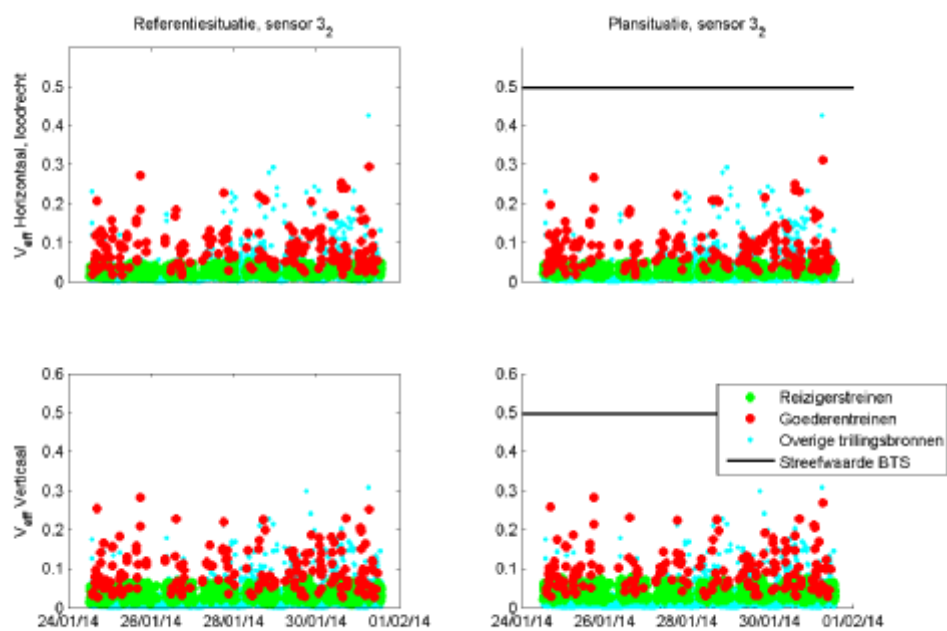


Figuur III - 86 Meetresultaten De Wadden 87

In Figuur III - 87 en Figuur III - 88 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

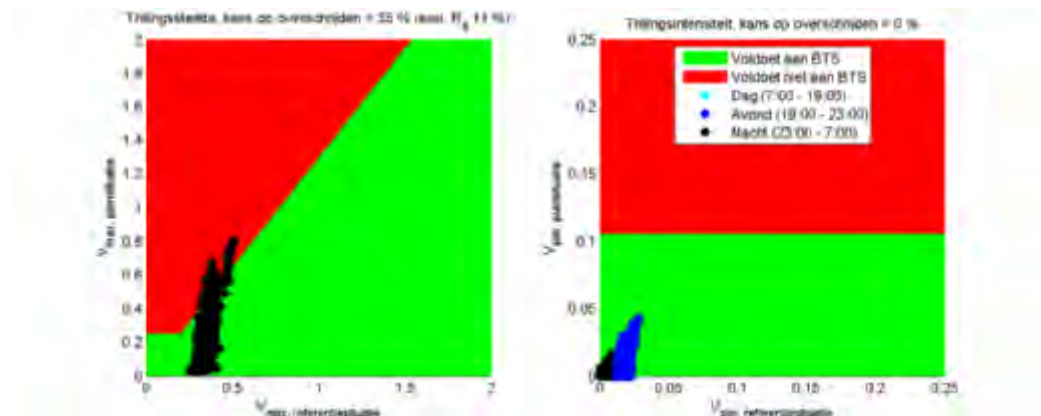


Figuur III - 87 Resultaten sensor 3_1



Figuur III - 88 Resultaten sensor 3_2

In Figuur III - 89 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op overschrijden klein is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echter zeer klein. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus verwaarloosbaar.



Figuur III - 89 Kans op overschrijden voor De Wadden 87 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

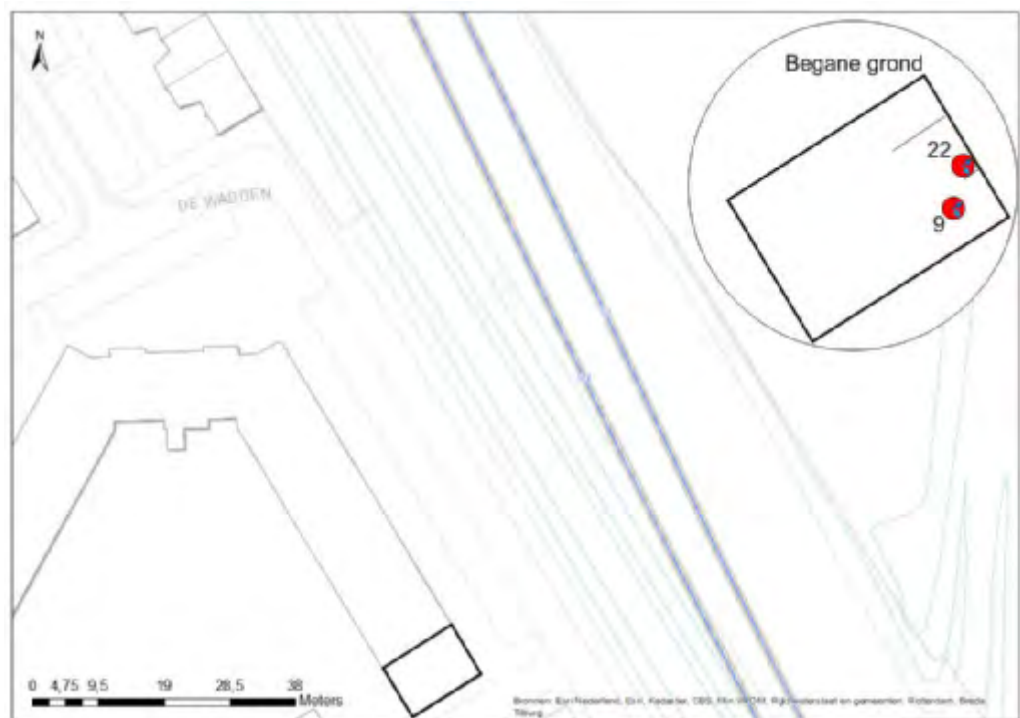
III.18 De Wadden 99

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 18.

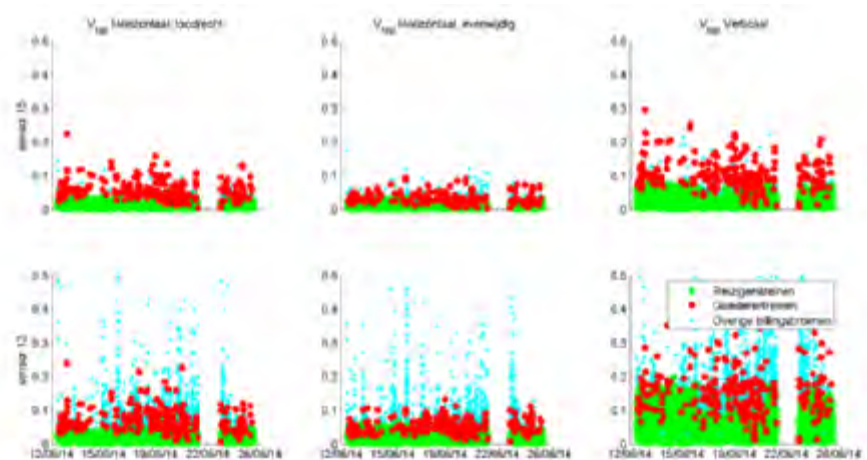
Tabel III - 18 *Gegevens meting De Wadden 99*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van den Broek
3	Tijdsperiode meting	12 juni 2014 10:30 tot 25 juni 2014 15:00
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Vierlaags appartementencomplex. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III-90
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III-90
9	Gebruikte meetopnemers	Twee 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	Dewe-101 meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III-91
11	Motivatatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 90, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 91.

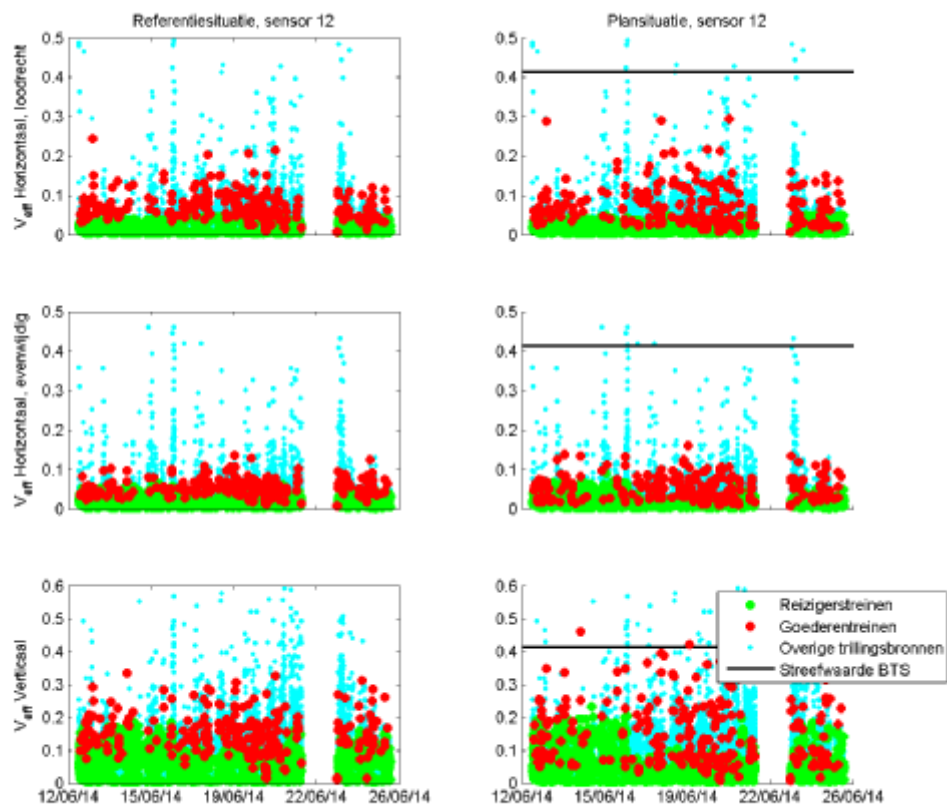


Figuur III - 90 Opstelling sensoren bij De Wadden 99

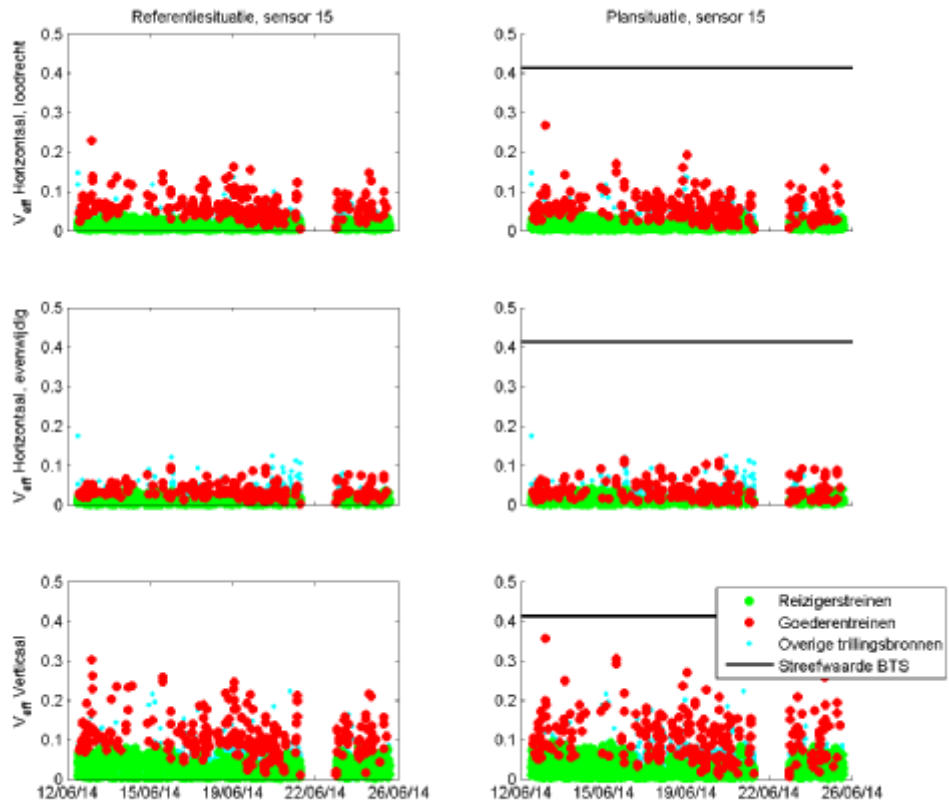


Figuur III - 91 Meetresultaten De Wadden 99

In Figuur III - 92 en Figuur III - 93 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

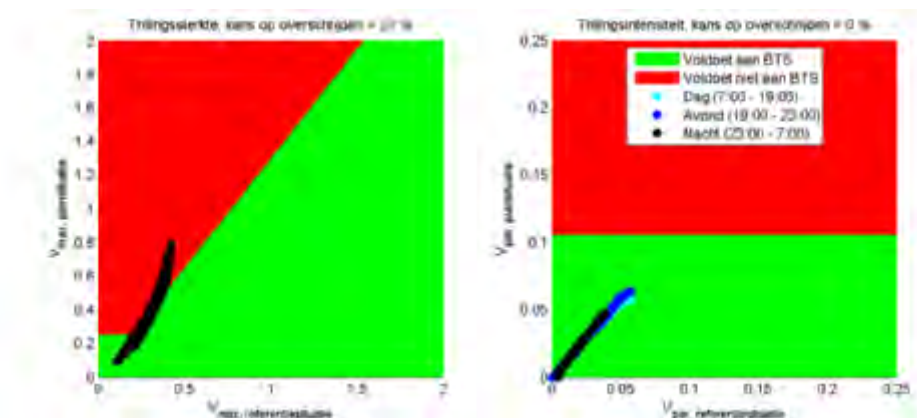


Figuur III - 92 *Resultaten sensor 12*



Figuur III - 93 Resultaten sensor 15

In Figuur III - 94 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding van de grenswaarden klein is.



Figuur III - 94 Kans op overschrijden voor De Wadden 99 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

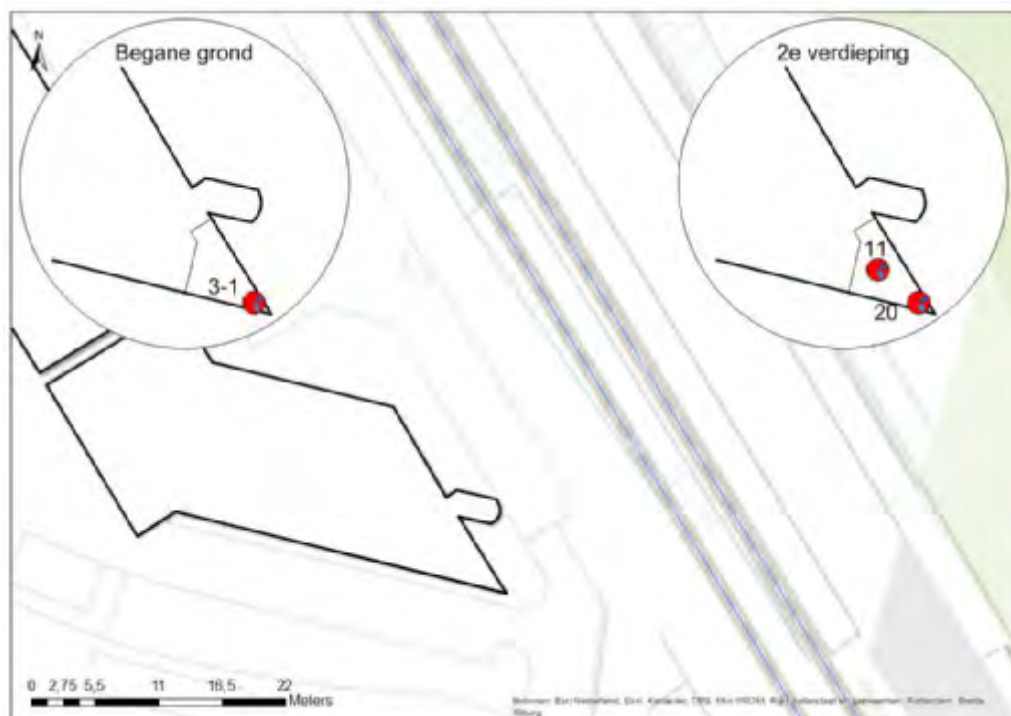
III.19 Nieuwe Houtenseweg 2

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 19.

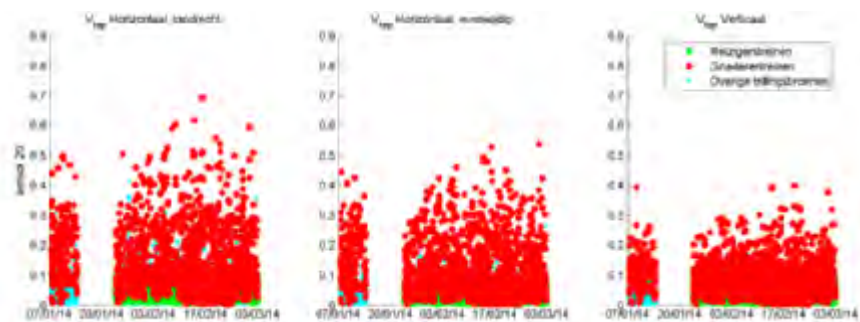
Tabel III - 19 *Gegevens meting Nieuwe Houtenseweg 2*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>F.J. Faber MSc</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>Eerste meting: 7 januari 2014 11:05 tot 14 januari 14:20 Tweede meting: 24 januari 2014 14:05 tot 04 maart 14:20</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaags kantoorgebouw. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-95</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-95</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Eerste meting: twee 3D-geofoons en een 2D-geofoon Tweede meting: een 3D-geofoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Eerste meting: DS-net meetcomputer met 8 aangesloten kanalen Tweede meting: DS-net meetcomputer met 3 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-96</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 95, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 96. Bij de tweede meting, die verder wordt gebruikt omdat deze een langere meetduur kent, is alleen sensor 20 herplaatst. De meetwaarden van deze sensor zijn vrijwel identiek aan de hoogste waarden uit de eerste meting, waarbij drie sensoren waren geplaatst.

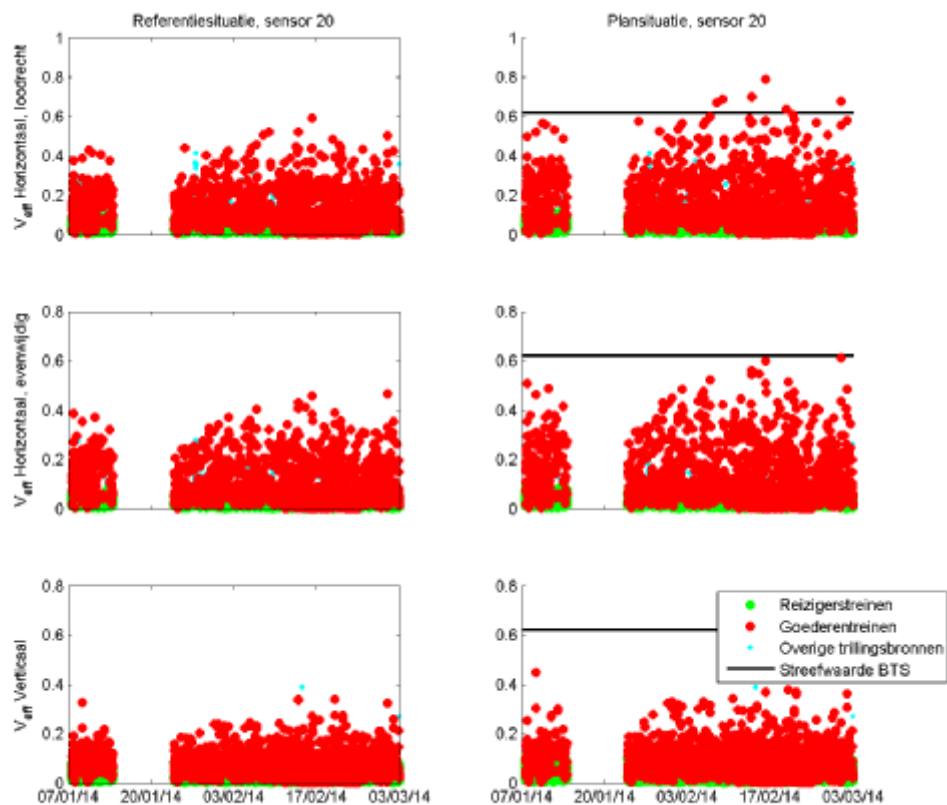


Figuur III - 95 Opstelling sensoren bij Nieuwe Houtenseweg 2



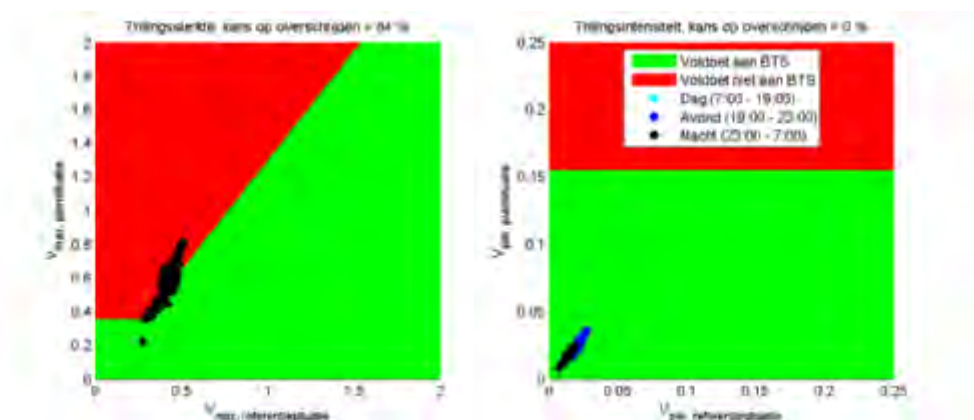
Figuur III - 96 Meetresultaten Nieuwe Houtenseweg 2

In Figuur III - 97 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen.



Figuur III - 97 Resultaten sensor 20

In Figuur III - 98 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op overschrijden groot is voor deze locatie.



Figuur III - 98 Kans op overschrijden voor Nieuwe Houtenseweg 2 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.20 Nieuwe Houtenseweg 27

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 20.

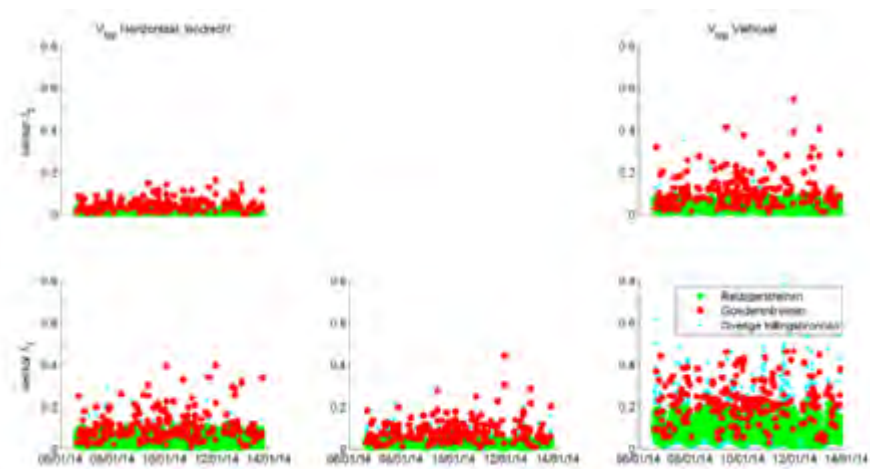
Tabel III - 20 *Gegevens meting Nieuwe Houtenseweg 27*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>F.J. Faber MSc</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>6 januari 2014 14:45 tot 14 januari 10:20</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-99</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-99</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-100</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 99, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 100.

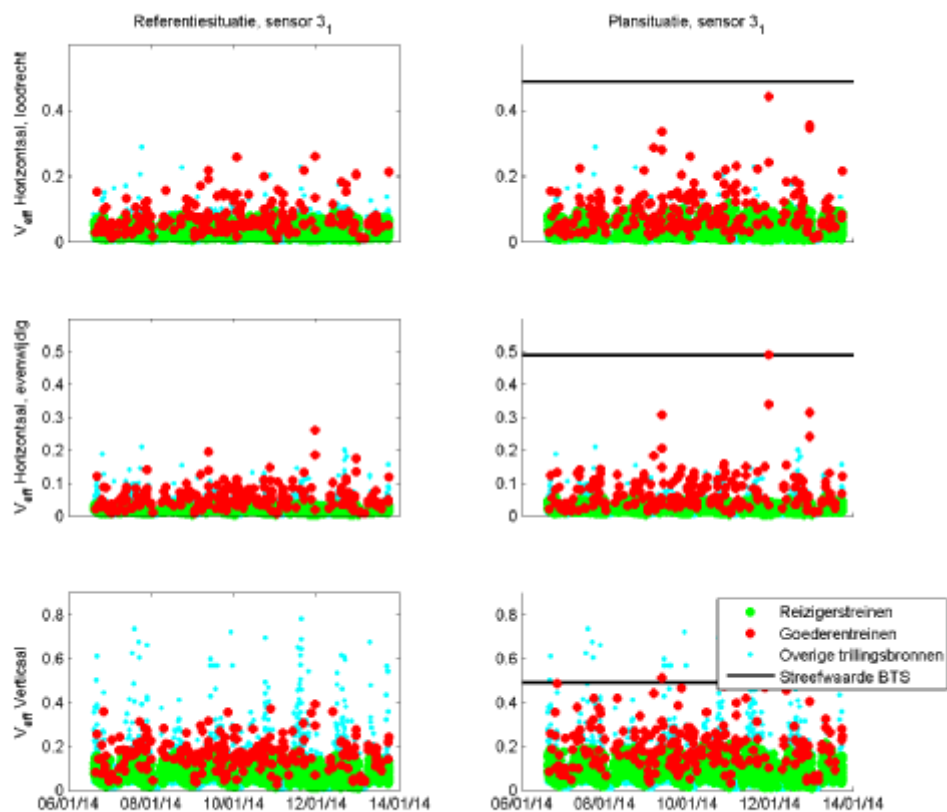


Figuur III - 99 Opstelling sensoren bij Nieuwe Houtenseweg 27

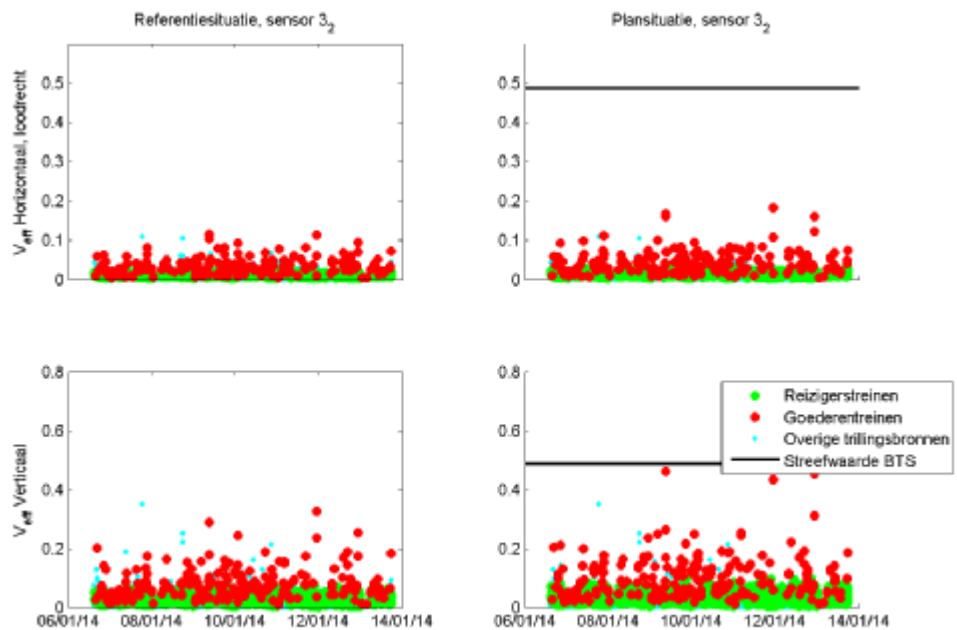


Figuur III - 100 Meetresultaten Nieuwe Houtenseweg 27

In Figuur III - 101 en Figuur III - 102 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

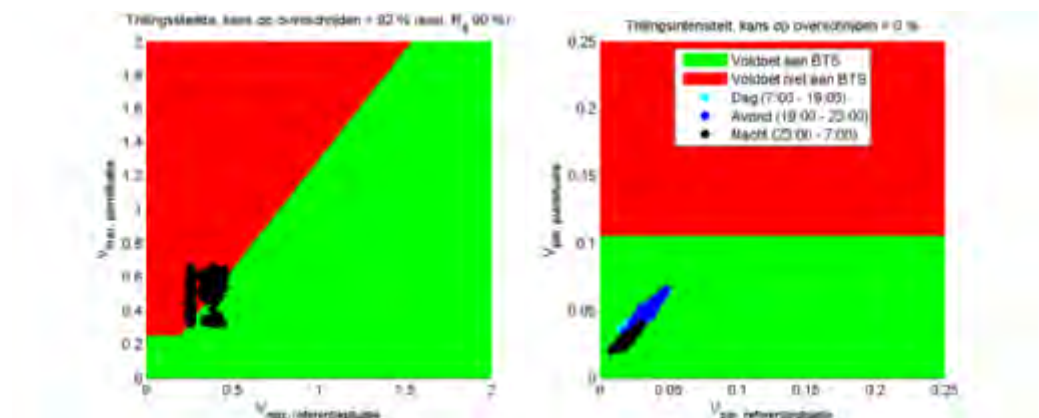


Figuur III - 101 Resultaten sensor 3_1



Figuur III - 102 Resultaten sensor 3_2

In Figuur III - 103 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding groot is.



Figuur III - 103 Kans op overschrijden voor Nieuwe Houtenseweg 27 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.21 Nieuwe Houtenseweg 55

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 21.

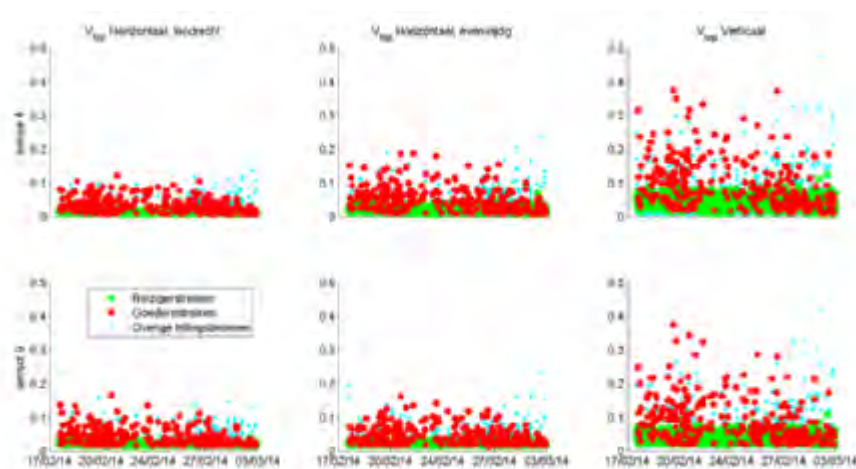
Tabel III - 21 *Gegevens meting Nieuwe Houtenseweg 55*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J.T. van den Broek</i>
3	Tijdspanne meting	<i>15 januari 2014 14:40 tot 22 januari 14:35 en 17 februari 2014 15:50 tot 03 maart 14:45</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-104</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-104</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-105</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 104, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 105.

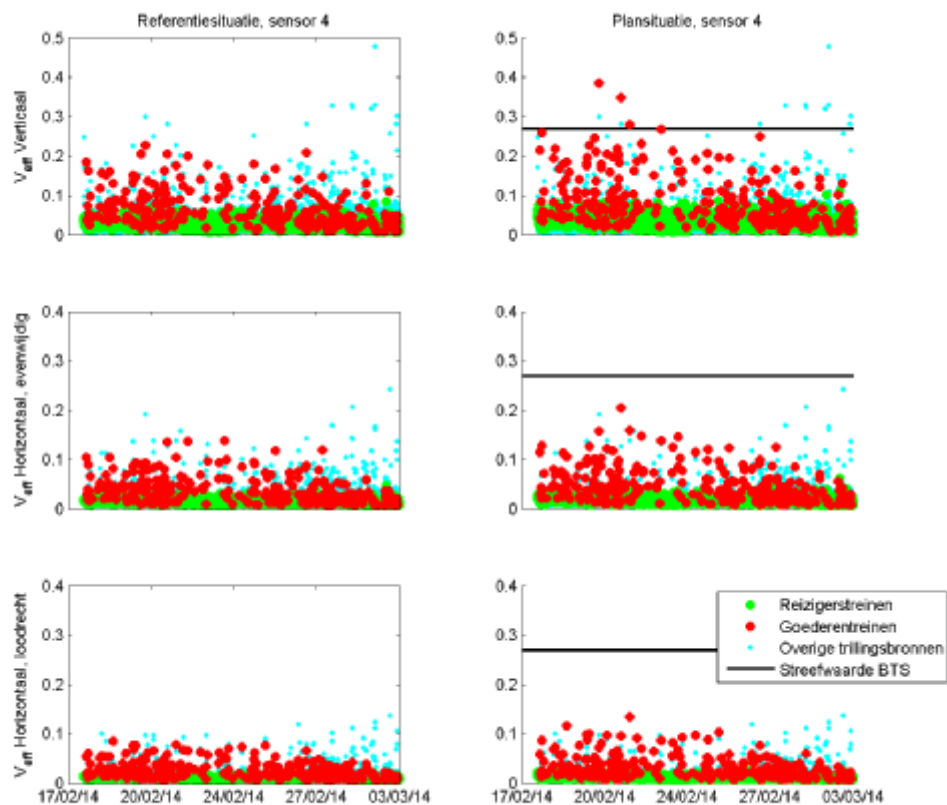


Figuur III - 104 Opstelling sensoren bij Nieuwe Houtenseweg 55

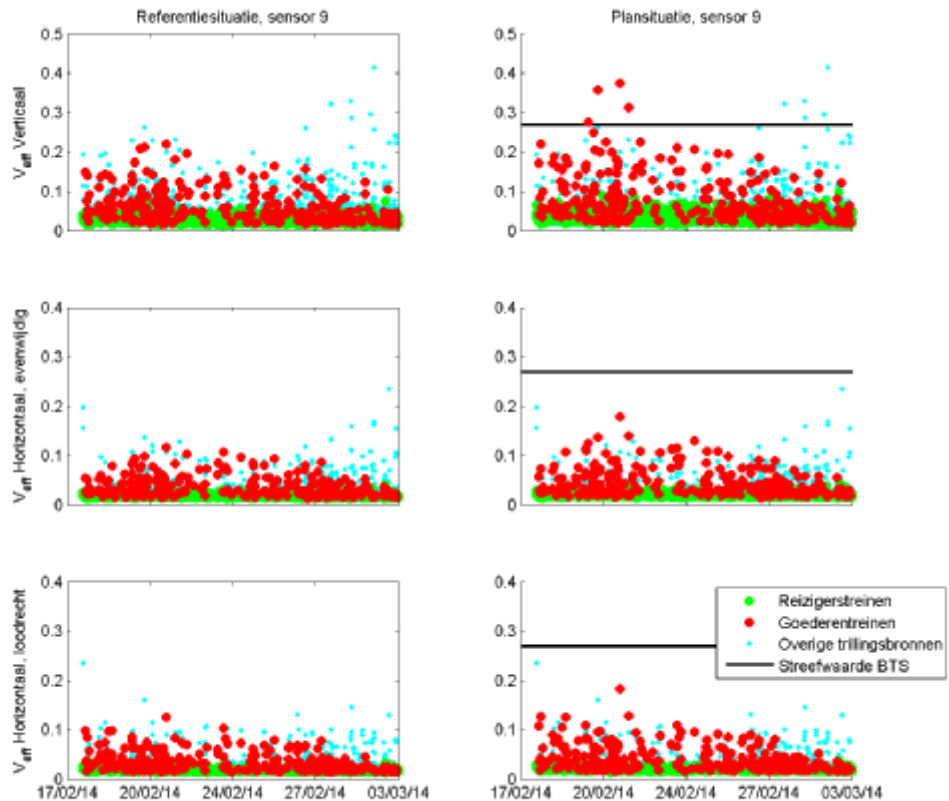


Figuur III - 105 Meetresultaten Nieuwe Houtenseweg 55

In Figuur III - 106 en Figuur III - 107 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

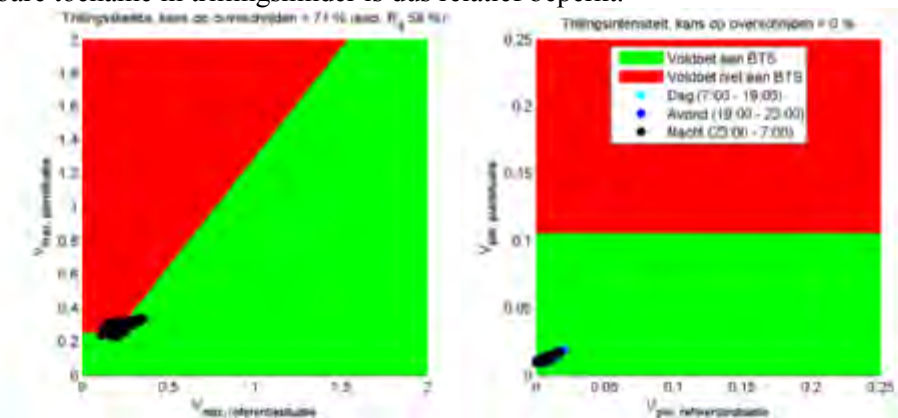


Figuur III - 106 Resultaten sensor 4



Figuur III - 107 Resultaten sensor 9

In Figuur III - 108 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding vrij groot is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echer beperkt. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus relatief beperkt.



Figuur III - 108 Kans op overschrijden voor Nieuwe Houtenseweg 55 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.22 Mereveldseweg 15

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 22.

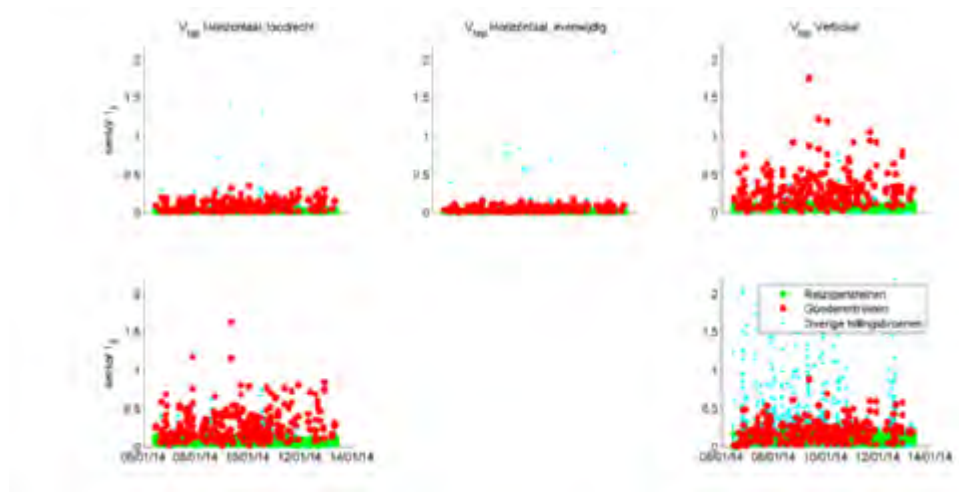
Tabel III - 22 *Gegevens meting Mereveldseweg 15*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i> <i>Daalseplein 101</i> <i>3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon</i> <i>e-mail: pieter.boon@movares.nl</i> <i>tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>F.J. Faber MSc en J. Knuppe</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>6 januari 2014 11:25 tot 13 januari 12:00</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-109</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-109</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D- en een 2D-geofoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-110</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 109, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 110.

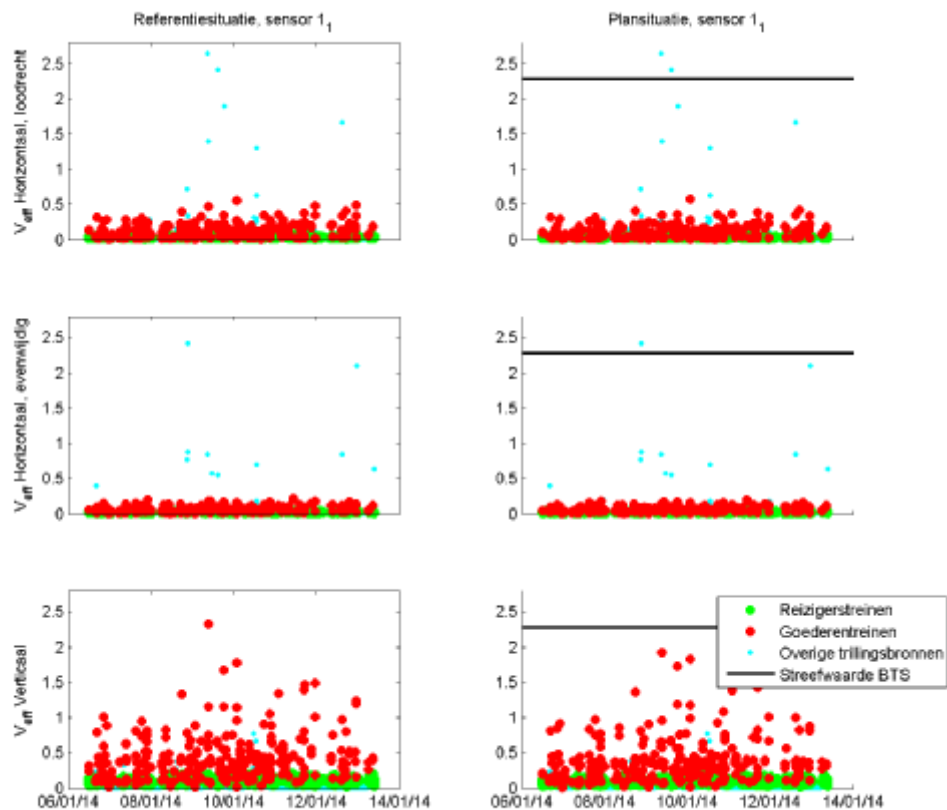


Figuur III - 109 Opstelling sensoren bij Mereveldseweg 15

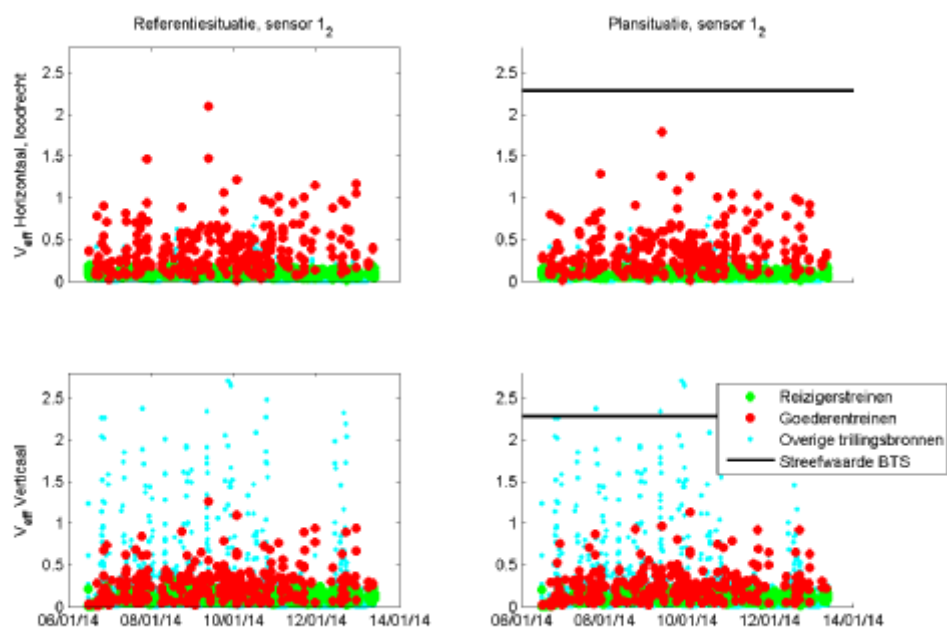


Figuur III - 110 Meetresultaten Mereveldseweg 15

In Figuur III - 111 en Figuur III - 112 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

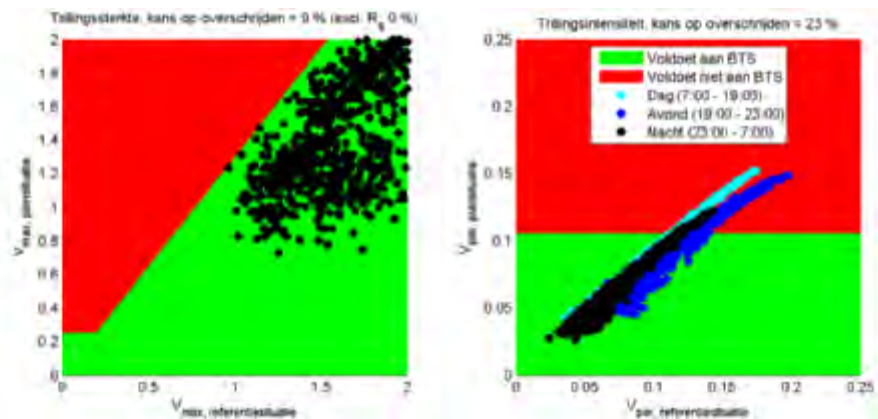


Figuur III - 111 Resultaten sensor 1_1



Figuur III - 112 Resultaten sensor 1_2

In Figuur III - 113 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding klein is. De kans op overschrijden van de grenswaarden voor de trillingssterkte is verwaarloosbaar, de kans op een overschrijding van de grenswaarde voor de trillingsintensiteit is klein.



Figuur III - 113 Kans op overschrijden voor Mereveldseweg 15 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

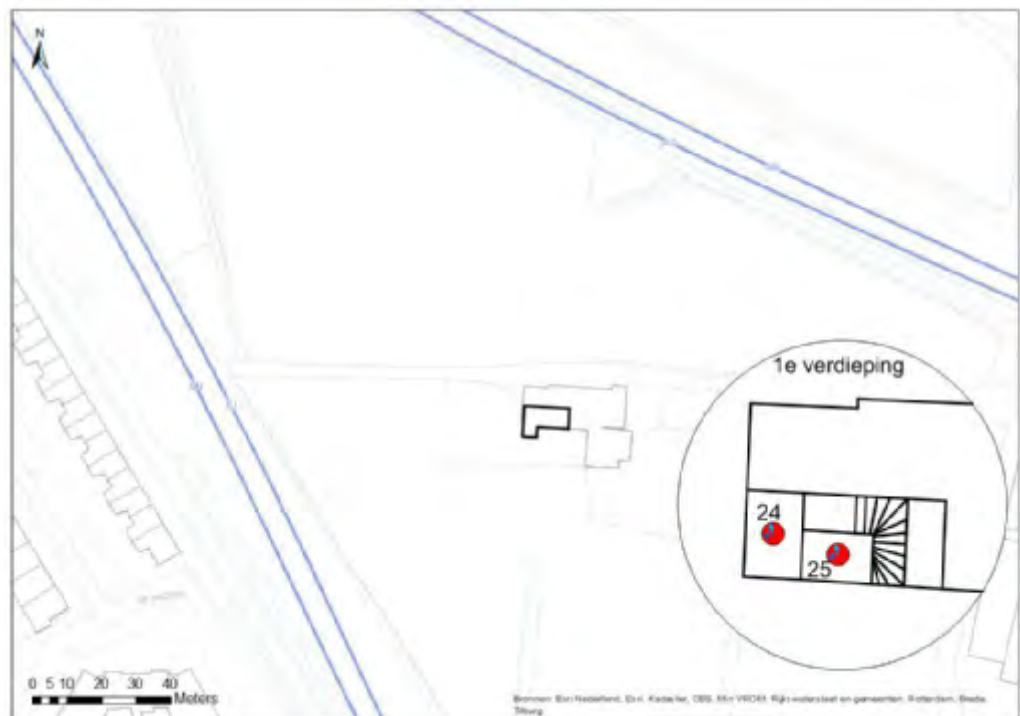
III.23 Houtensepad 200

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 23.

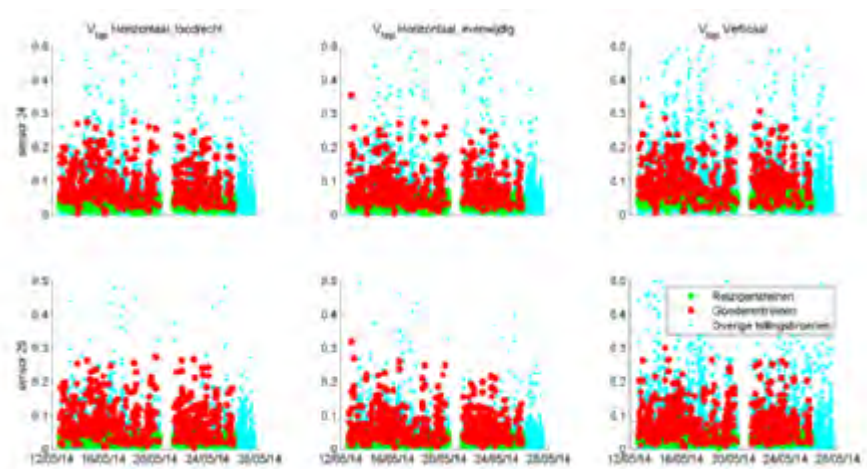
Tabel III - 23 *Gegevens meting Houtensepad 200*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i> <i>Daalseplein 101</i> <i>3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon</i> <i>e-mail: pieter.boon@movares.nl</i> <i>tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>Ir. P. Bouwma</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>12 mei 2014 16:30 tot 27 mei 2014 13:30</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-114</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-114</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Dewe-101 meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-115</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 114, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 115.

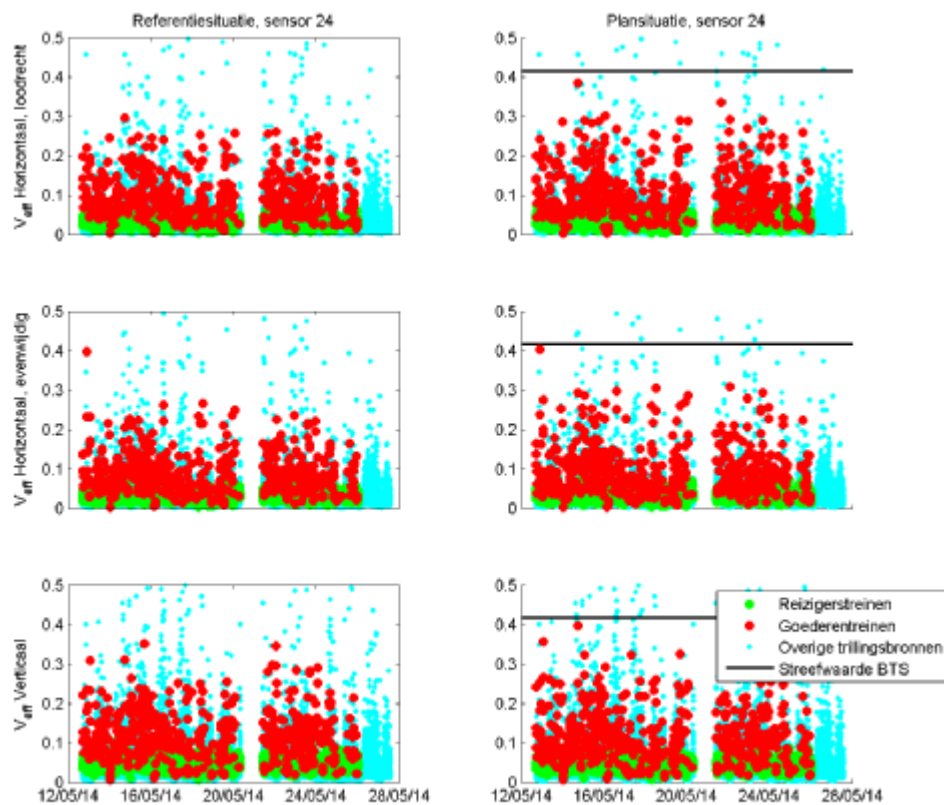


Figuur III - 114 Opstelling sensoren bij Houtensepad 200

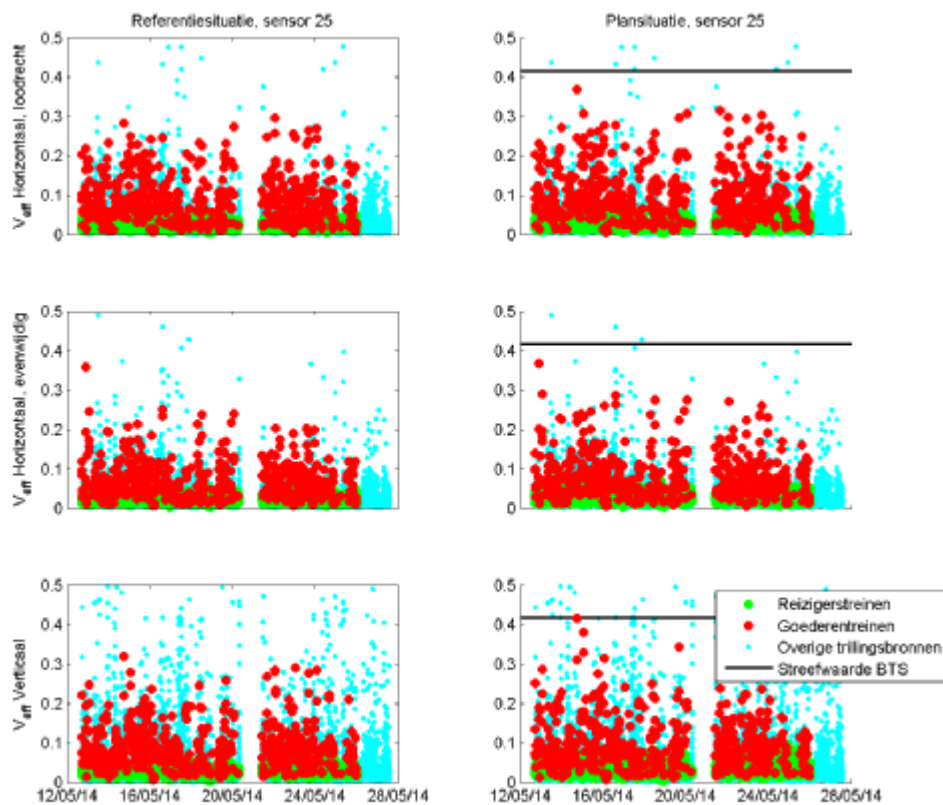


Figuur III - 115 Meetresultaten Houtensepad 200

In Figuur III - 116 en Figuur III - 117 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen, de werkzaamheden buiten zorgen voor trillingen die qua trillingssterkte vergelijkbaar zijn aan die van de treinen.

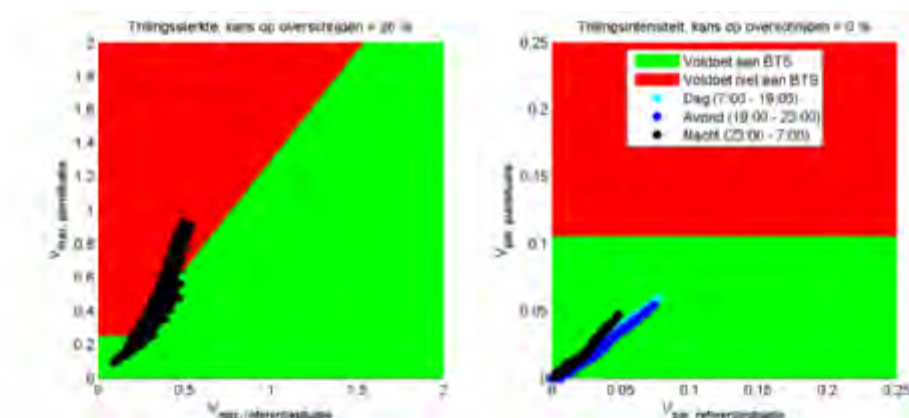


Figuur III - 116 Resultaten sensor 24



Figuur III - 117 Resultaten sensor 25

In Figuur III - 118 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding van de trillingssterkte klein is.



Figuur III - 118 Kans op overschrijden voor Houtensepad 200 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts)

III.24 Koningsweg 187

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 24.

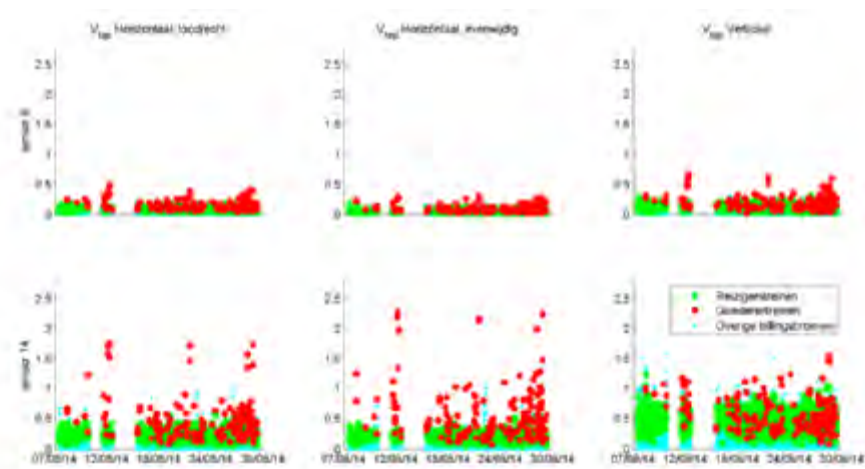
Tabel III - 24 *Gegevens meting Koningsweg 187*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. Heijmans</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>7 augustus 2014 14:05 tot 29 augustus 09:59</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-119</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-119</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-120</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 119, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 120.

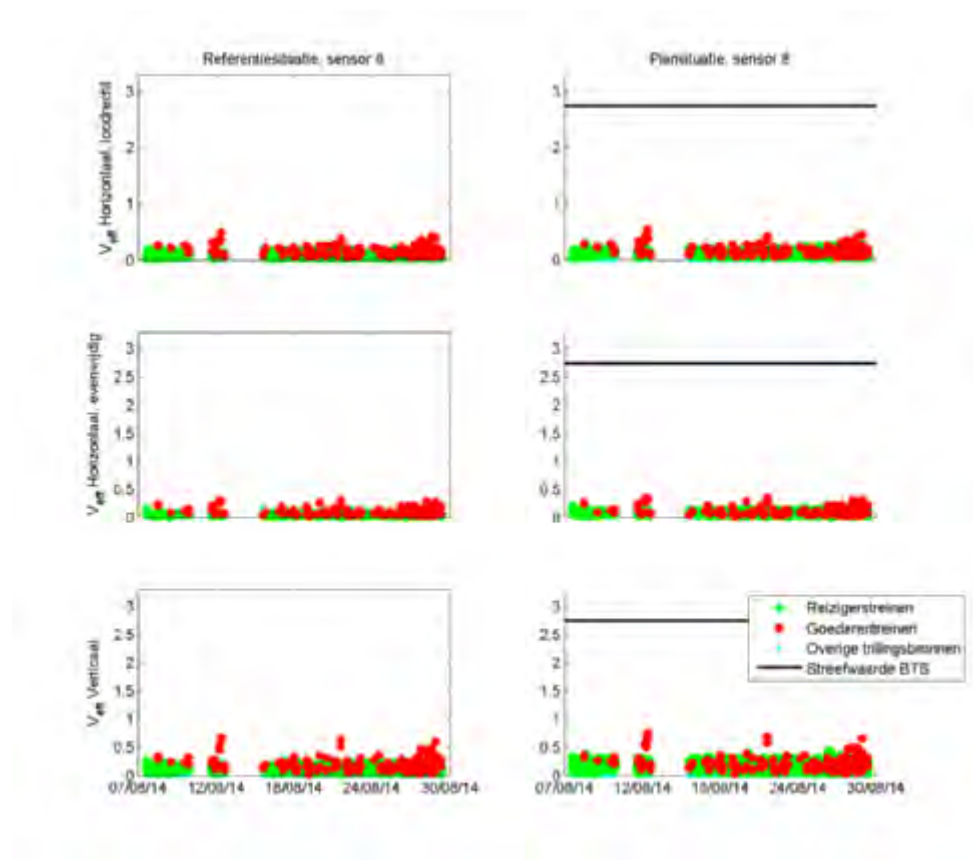


Figuur III - 119 Opstelling sensoren bij Koningsweg 187

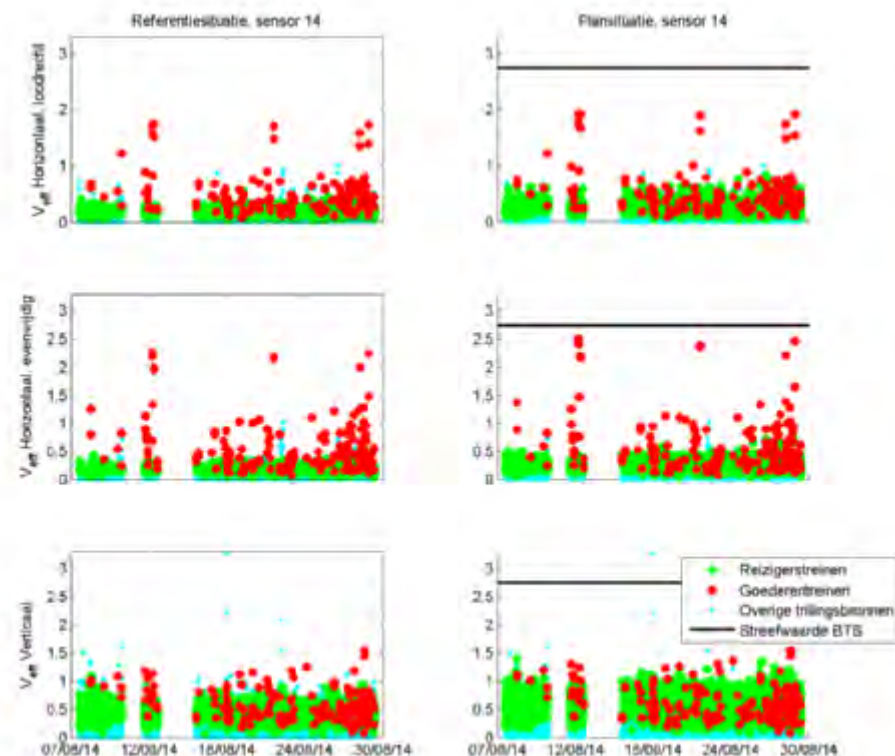


Figuur III - 120 Meetresultaten Koningsweg 187

In Figuur III - 121 en Figuur III - 122 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

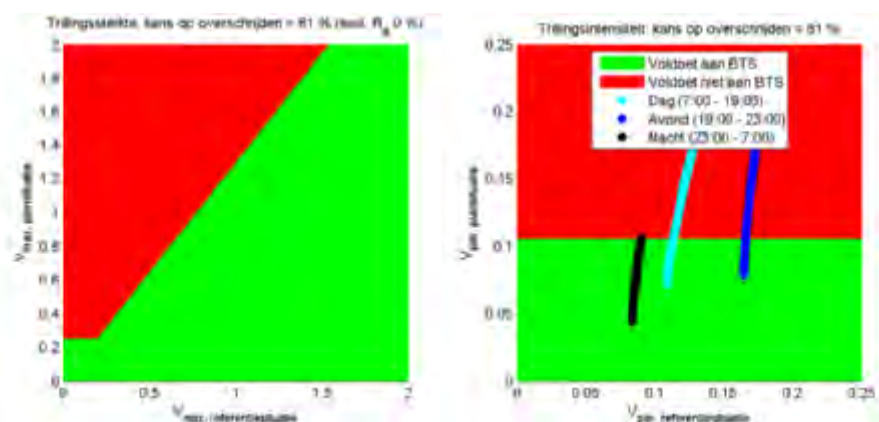


Figuur III - 121 Resultaten sensor 8



Figuur III - 122 Resultaten sensor 14

In Figuur III - 123 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven. Deze kans op overschrijden is bepaald met behulp van Monte-Carlosimulatie, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op overschrijden voor de trillingssterkte groot is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echer beperkt. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus relatief beperkt.



Figuur III - 123 Kans op overschrijden voor Koningsweg 187 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

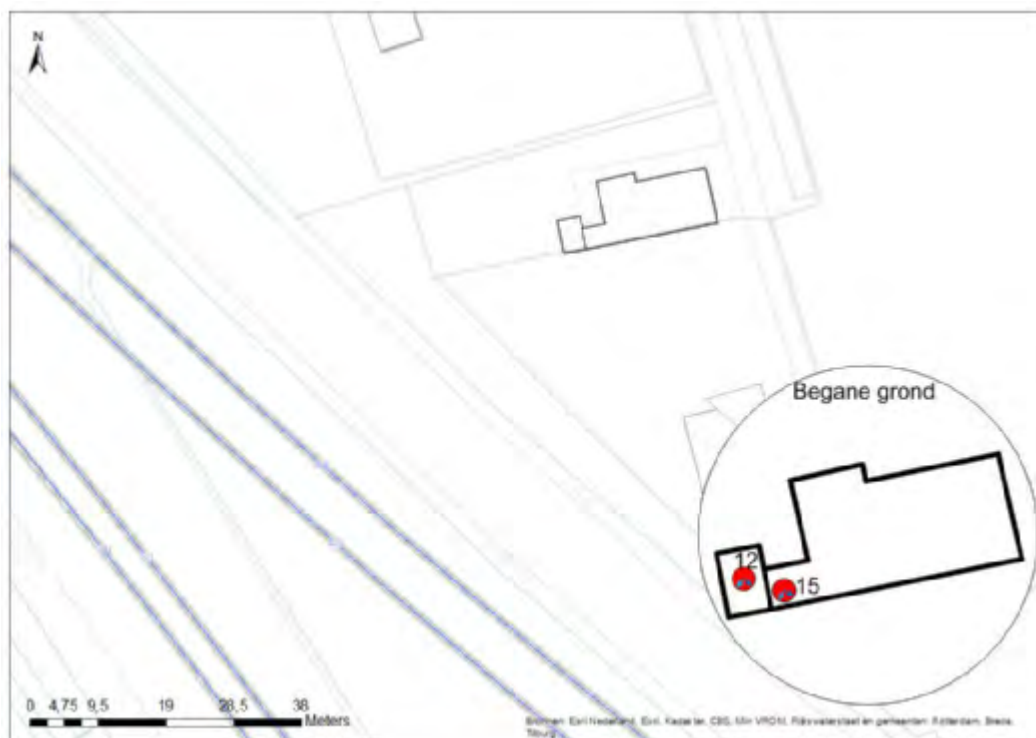
III.25 Rijndijk 27

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 25.

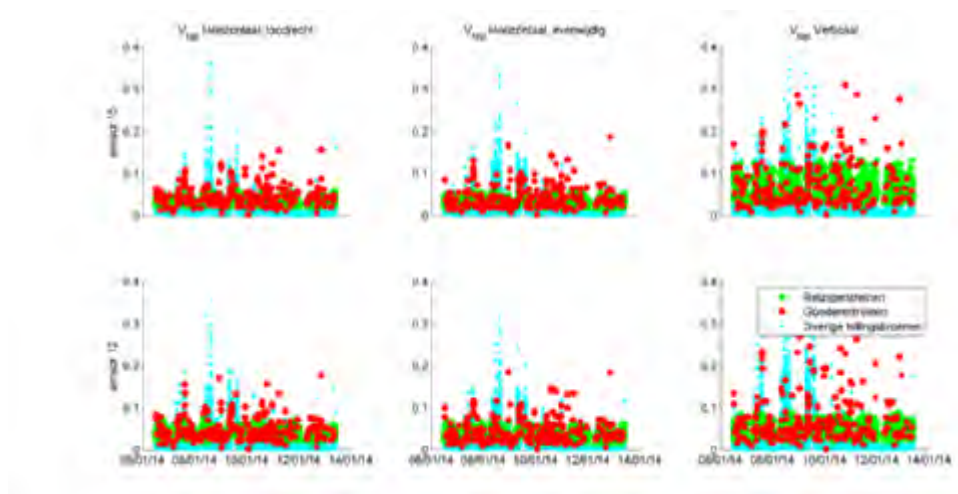
Tabel III - 25 *Gegevens meting Rijndijk 27*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>P.R. Bouwma</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>6 januari 2014 12:10 tot 13 januari 11:40</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Eenlaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit hout.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-124</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-124</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-125</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 124, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 125.

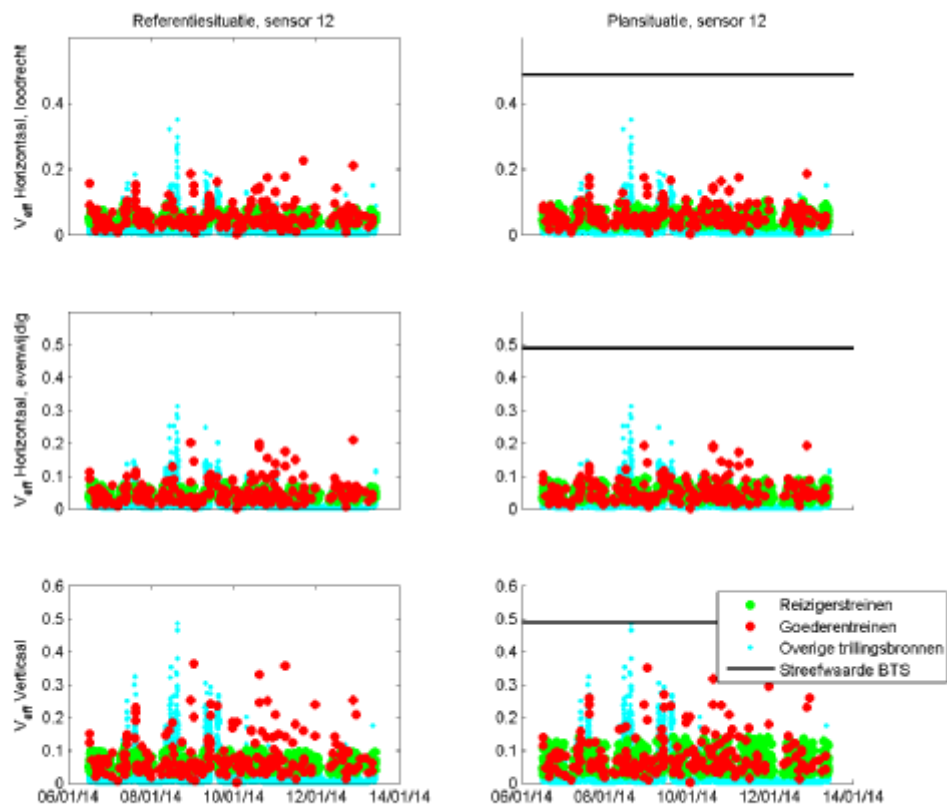


Figuur III - 124 Opstelling sensoren bij Rijndijk 27

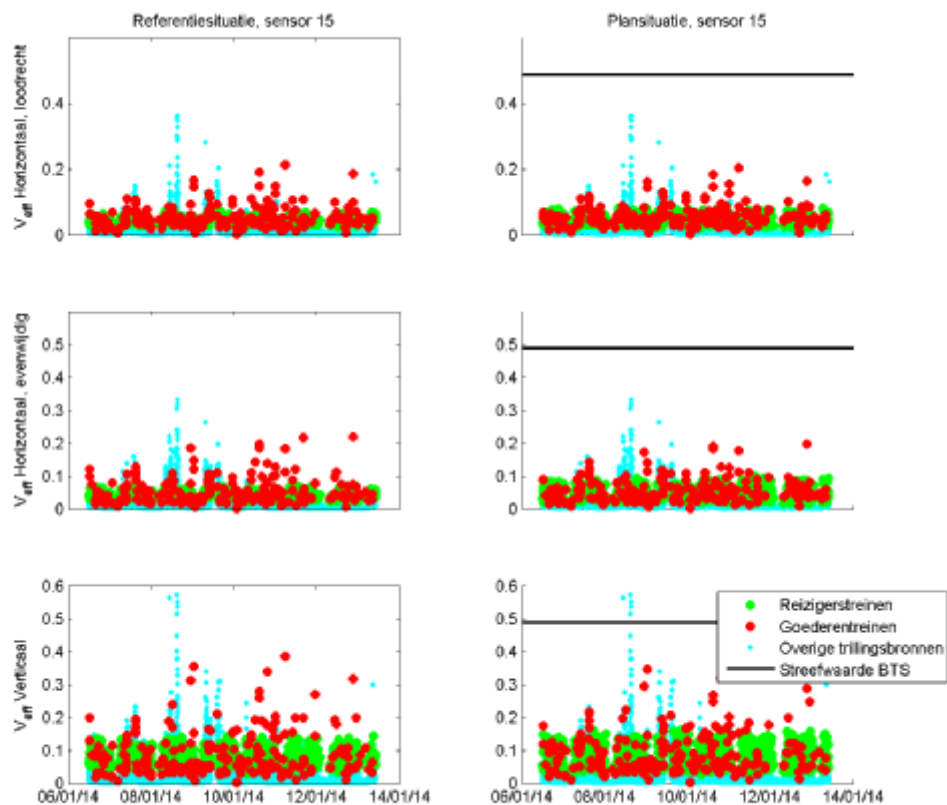


Figuur III - 125 Meetresultaten Rijndijk 27

In Figuur III - 126 en Figuur III - 127 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn veelal afkomstig van voetstappen. De werkzaamheden buiten geven soms vergelijkbare of iets hogere trillingen dan het treinverkeer, met name op 8 januari.

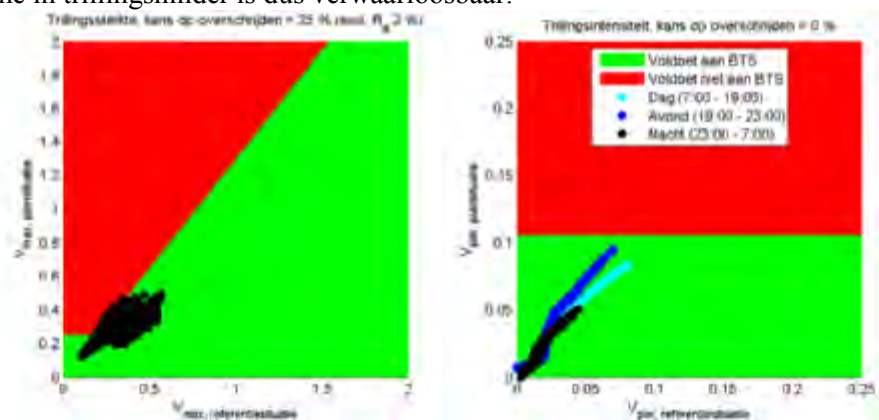


Figuur III - 126 Resultaten sensor 12



Figuur III - 127 Resultaten sensor 15

In Figuur III - 128 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op overschrijden klein is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echter zeer klein. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus verwaarloosbaar.



Figuur III - 128 Kans op overschrijden voor Rijndijk 27 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.26 Rijndijk 23

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 26.

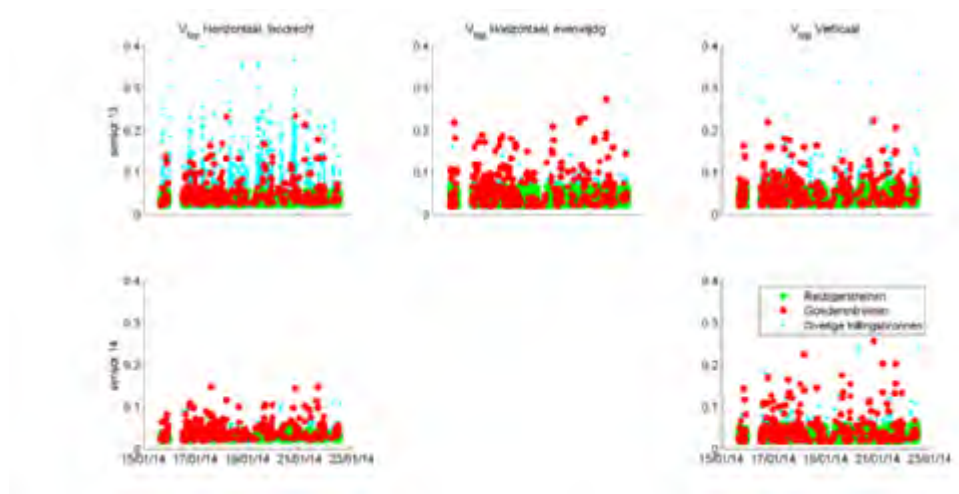
Tabel III - 26 *Gegevens meting Rijndijk 23*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. Knuppe</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>15 januari 2014 15:50 tot 22 januari 13:00</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-129</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-129</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-130</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 129, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 130.

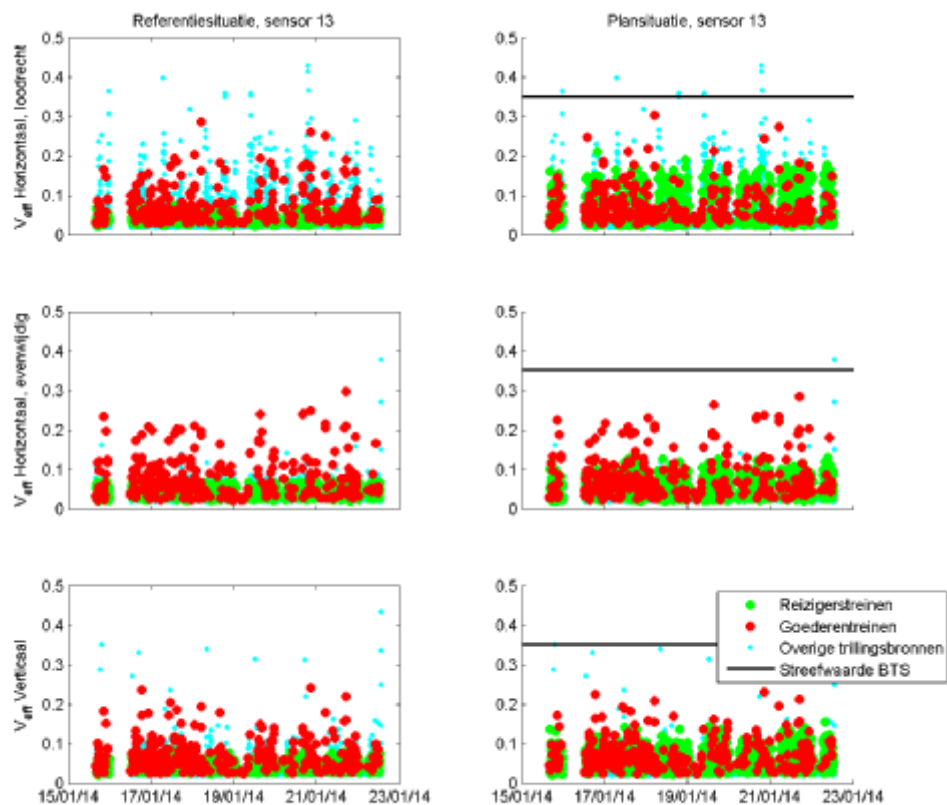


Figuur III - 129 Opstelling sensoren bij Rijndijk 23

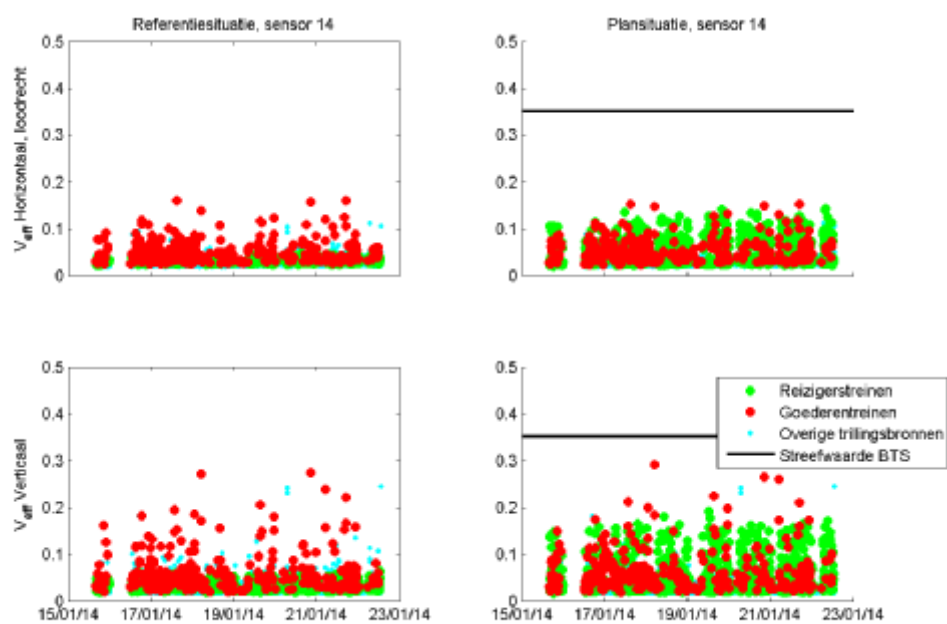


Figuur III - 130 Meetresultaten Rijndijk 23

In Figuur III - 131 en Figuur III - 132 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn veelal afkomstig van voetstappen. De werkzaamheden buiten geven soms vergelijkbare trillingen als het treinverkeer.

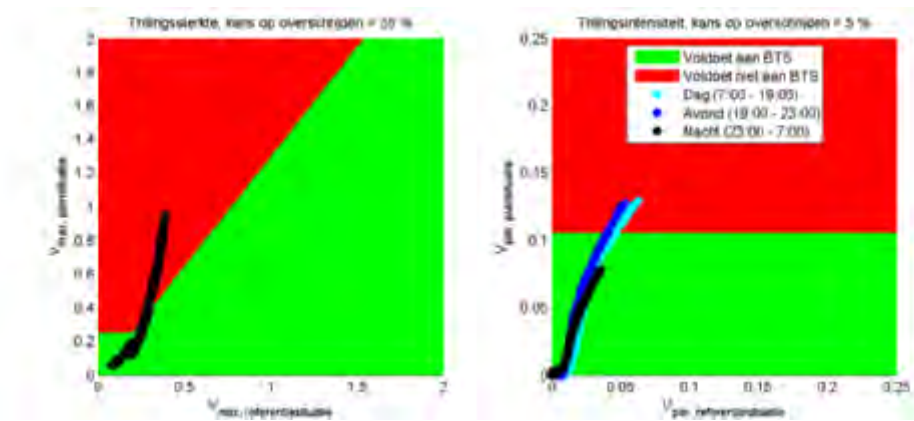


Figuur III - 131 Resultaten sensor 13



Figuur III - 132 Resultaten sensor 14

In Figuur III - 133 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding klein is.



Figuur III - 133 Kans op overschrijden voor Rijndijk 23 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.27 Oude Houtensepad 76

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 27.

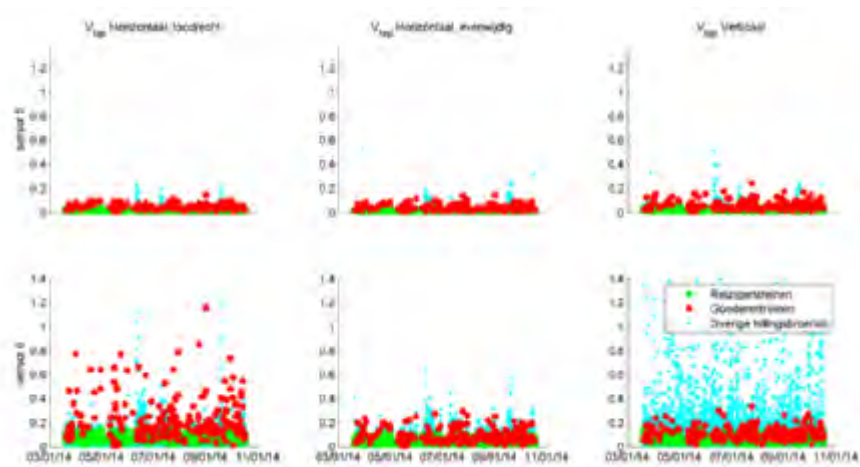
Tabel III - 27 *Gegevens meting Oude Houtensepad 76*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>P.R. Bouwma</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>3 januari 2014 14:45 tot 10 januari 12:45</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-134</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-134</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-135</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 134, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 135.

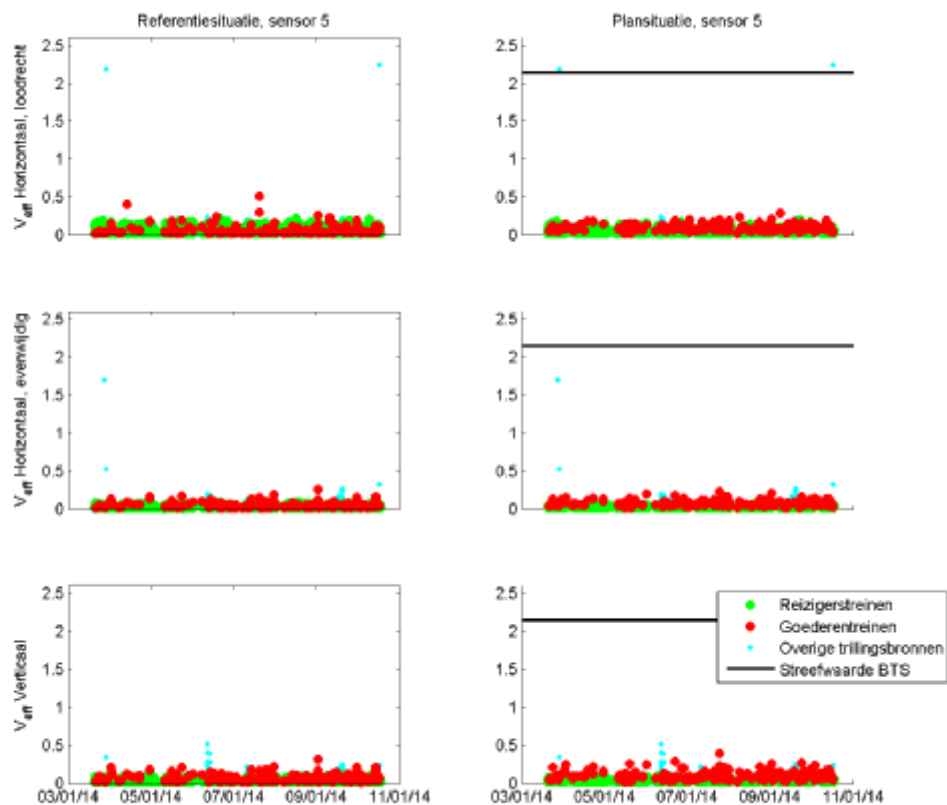


Figuur III - 134 Opstelling sensoren bij Oude Houtensepad 76

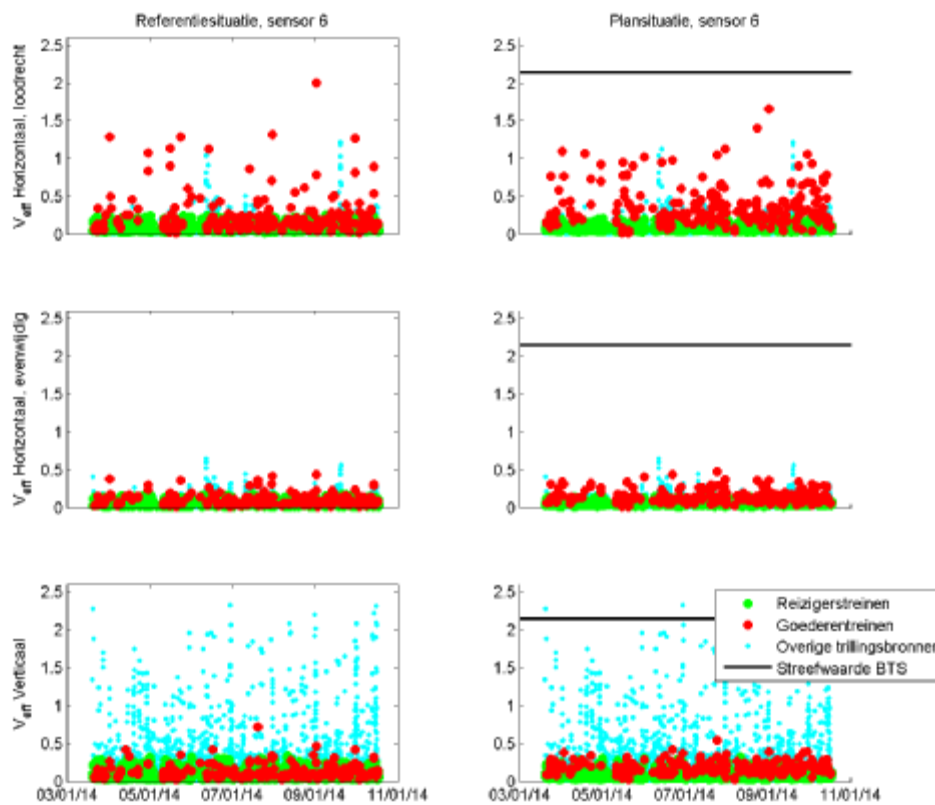


Figuur III - 135 Meetresultaten Oude Houtensepad 76

In Figuur III - 136 en Figuur III - 137 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen.

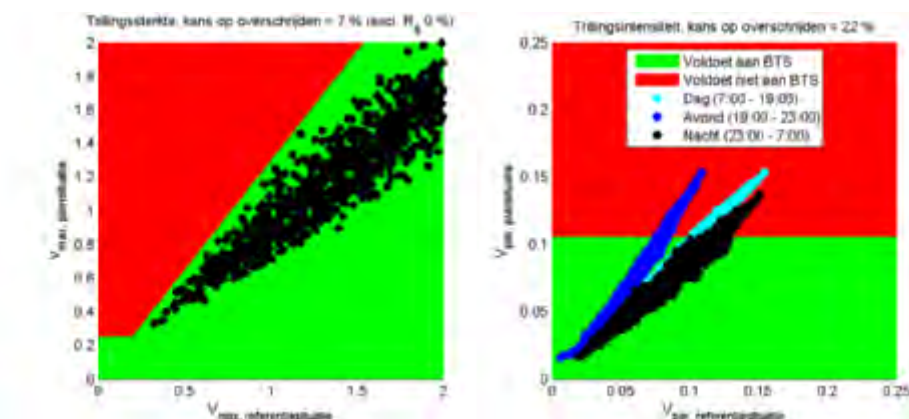


Figuur III - 136 Resultaten sensor 5



Figuur III - 137 Resultaten sensor 6

In Figuur III - 138 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er geen kans is op een overschrijding van de grenswaarden voor de trillingssterkte. De kans op een overschrijding van de grenswaarde voor de trillingsintensiteit is klein.



Figuur III - 138 Kans op overschrijden voor Oude Houtensepad 76 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.28 Pelikaanstraat 40 bis

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 28.

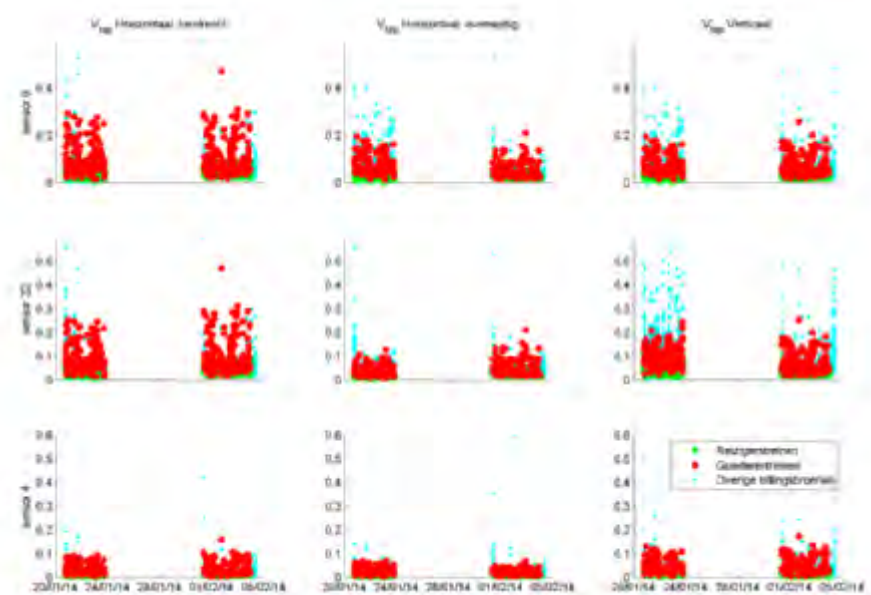
Tabel III - 28 *Gegevens meting Pelikaanstraat 40 bis*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	F.J. Faber
3	Tijdspanne meting	20 januari 2014 19:00 tot 27 januari 2014 8:30 en 31 januari 2014 09:30 tot 4 februari 2014 10:00
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III-139
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III-139
9	Gebruikte meetopnemers	Drie 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 9 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III-140
11	Motivatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 139, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 140.

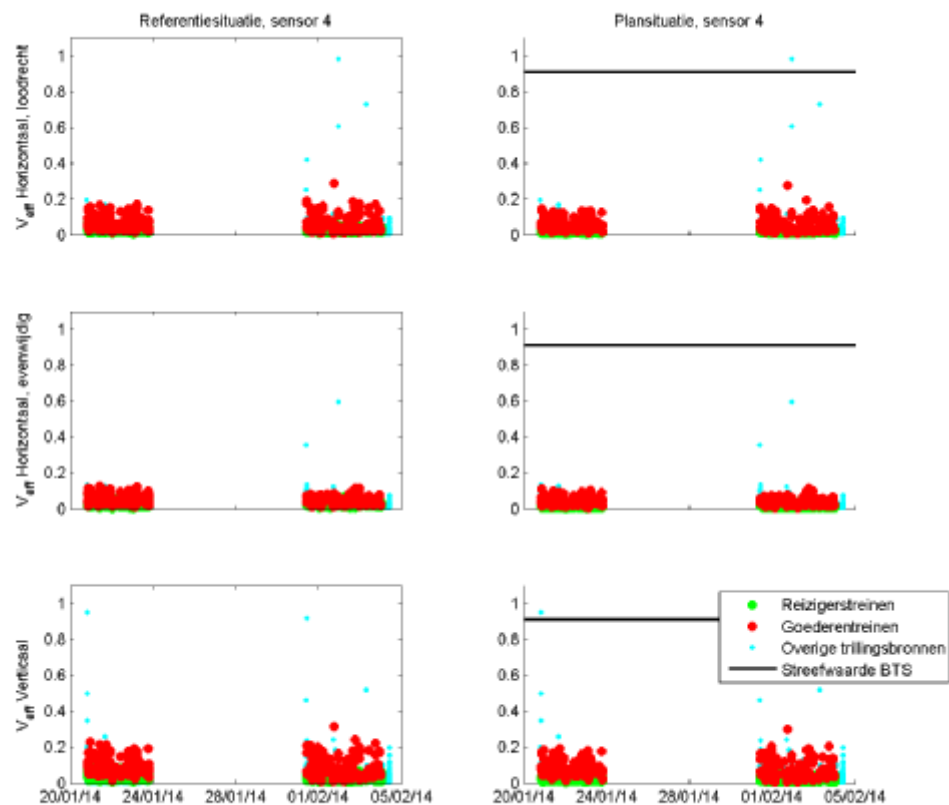


Figuur III - 139 Opstelling sensoren bij Pelikaanstraat 40 bis

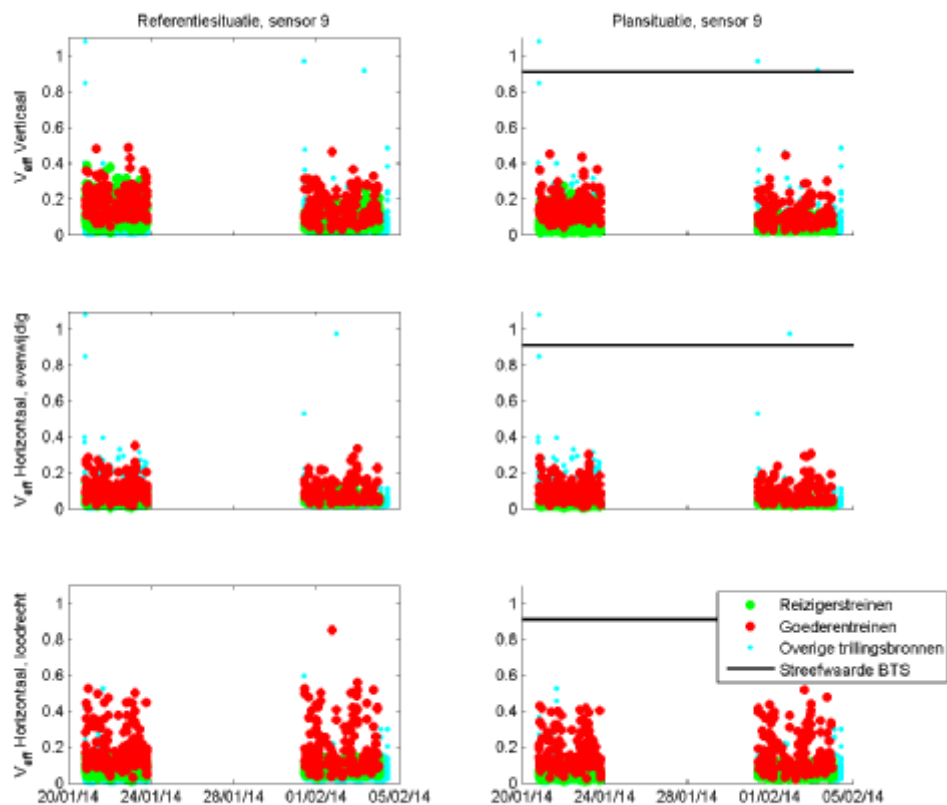


Figuur III - 140 Meetresultaten Pelikaanstraat 40 bis

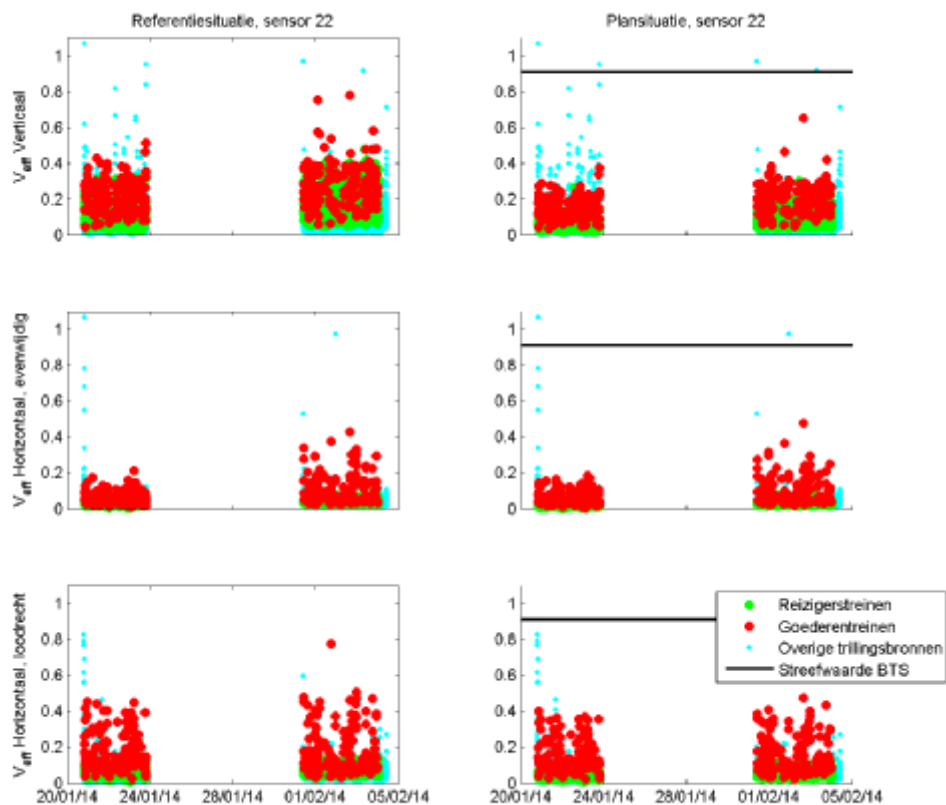
In Figuur III - 141 tot Figuur III - 143 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn veelal afkomstig van voetstappen. De werkzaamheden buiten geven soms vergelijkbare of iets hogere trillingen dan het treinverkeer.



Figuur III - 141 Resultaten sensor 4

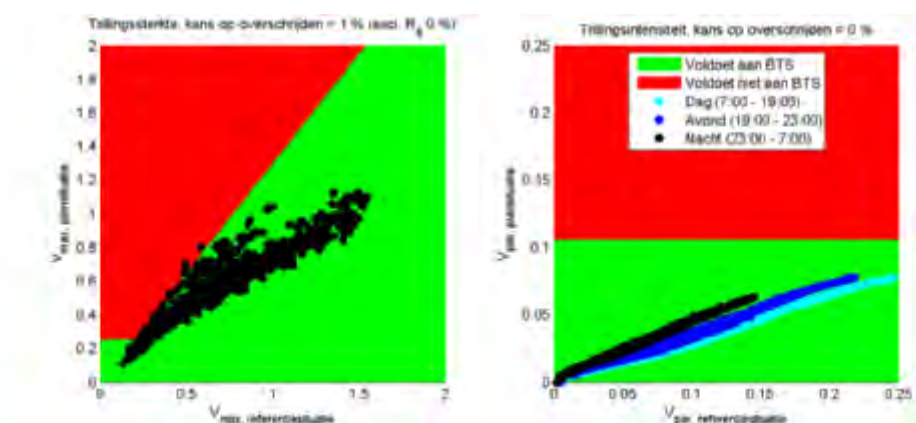


Figuur III - 142 Resultaten sensor 9



Figuur III - 143 Resultaten sensor 22

In Figuur III - 144 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op overschrijden verwaarloosbaar klein is.



Figuur III - 144 Kans op overschrijden voor Pelikaanstraat 40 bis van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.29 Pelikaanstraat 9

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 29.

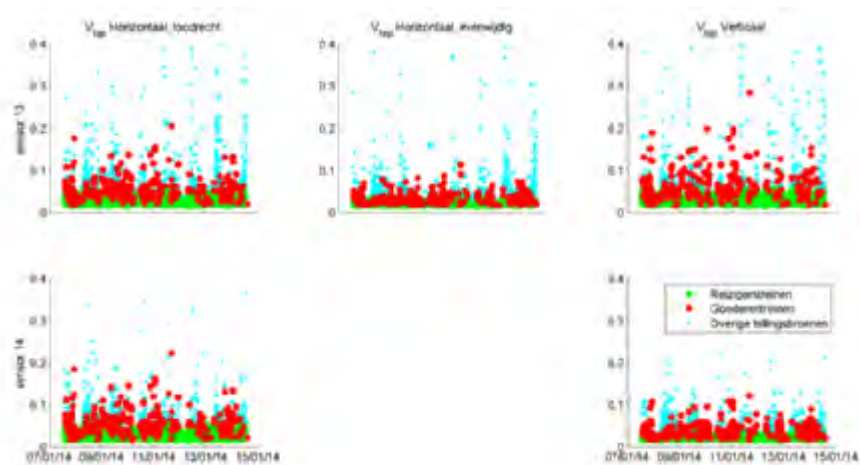
Tabel III - 29 *Gegevens meting Pelikaanstraat 9*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i> <i>Daalseplein 101</i> <i>3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon</i> <i>e-mail: pieter.boon@movares.nl</i> <i>tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>P.R. Bouwma</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>7 januari 2014 13:55 tot 14 januari 13:15</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-145</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-145</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D- en een 2D-geofoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-146</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 145, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 146.

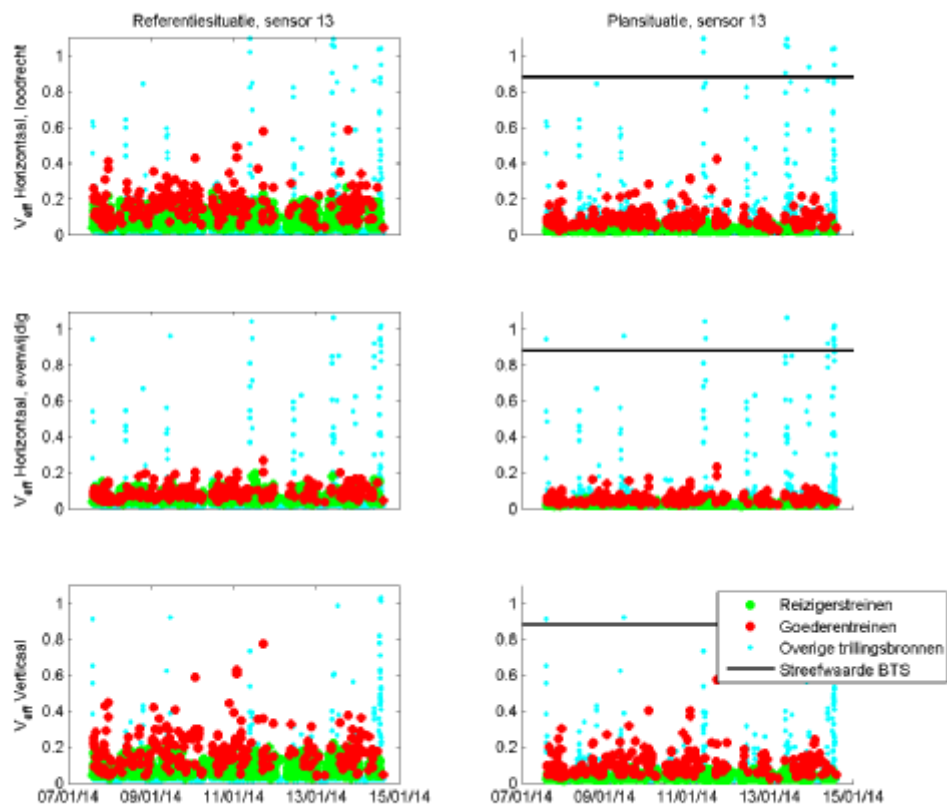


Figuur III - 145 Opstelling sensoren bij Pelikaanstraat 9

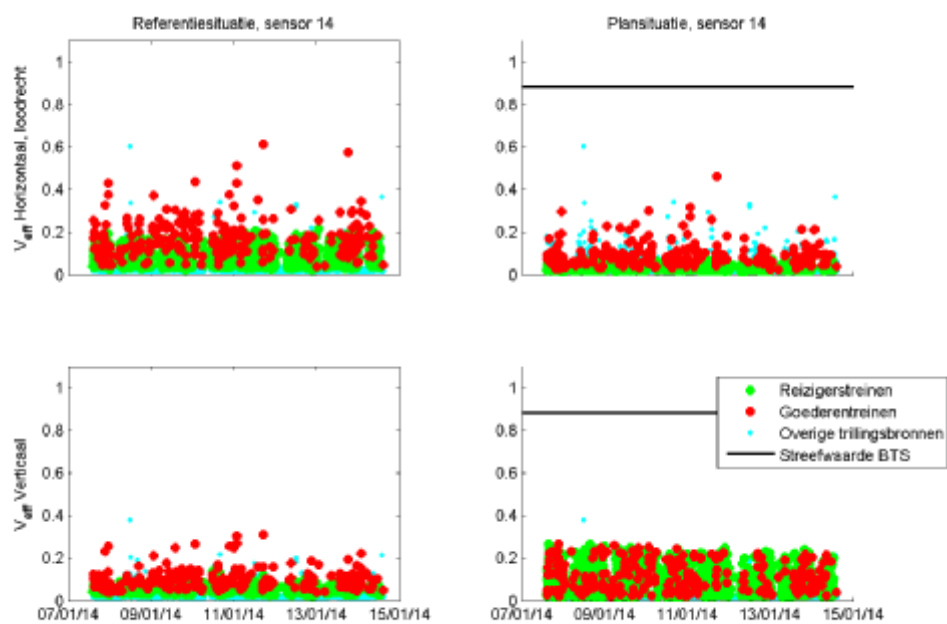


Figuur III - 146 Meetresultaten Pelikaanstraat 9

In Figuur III - 147 en Figuur III - 148 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn veelal afkomstig van voetstappen. De werkzaamheden buiten geven soms vergelijkbare of iets hogere trillingen dan het treinverkeer.

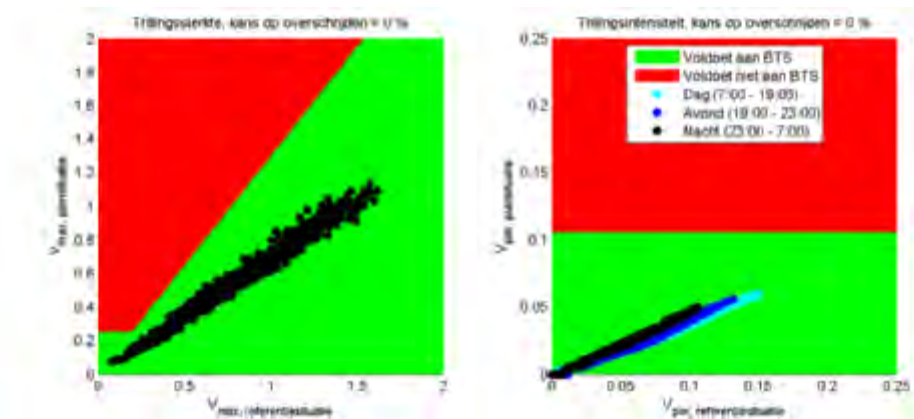


Figuur III - 147 Resultaten sensor 13



Figuur III - 148 Resultaten sensor 14

In Figuur III - 149 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er geen kans op een overschrijding is.



Figuur III - 149 Kans op overschrijden voor Pelikaanstraat 9 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.30 Vaartsestraat 224

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 30.

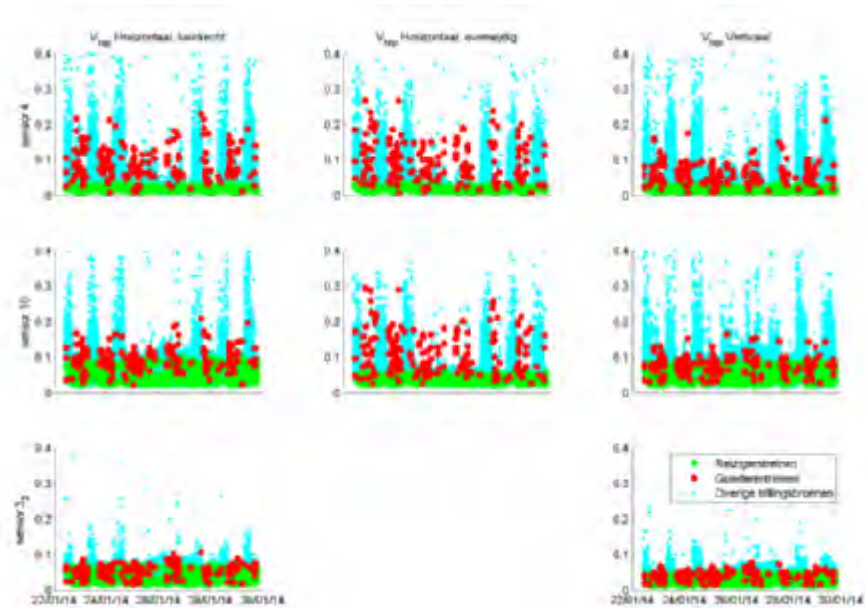
Tabel III - 30 *Gegevens meting Vaartsestraat 224*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>M. van Riel</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>22 januari 2014 10:15 tot 29 januari 18:25</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaags appartementencomplex. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-150</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-150</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-gefoons en een 2D-gefoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 8 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-151</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 150, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 151.



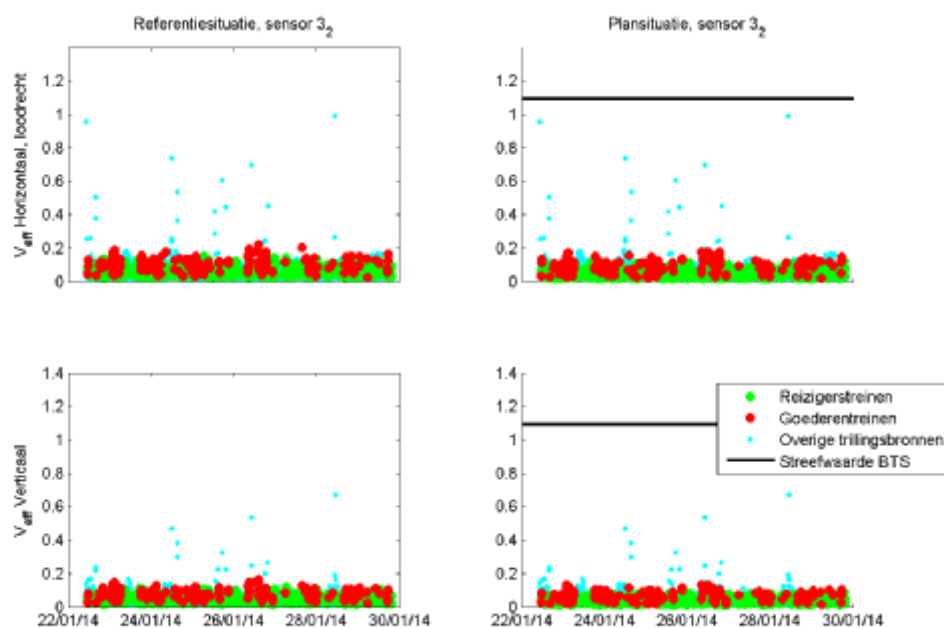
Figuur III - 150 Opstelling sensoren bij Vaartsestraat 224



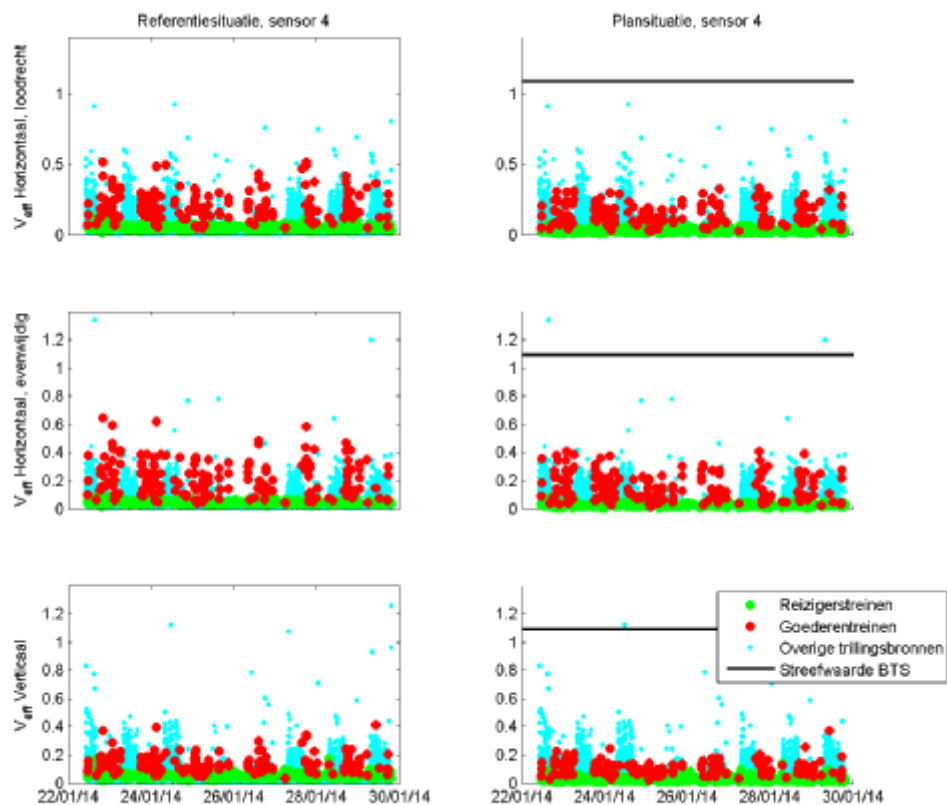
Figuur III - 151 Meetresultaten Vaartsestraat 224

In Figuur III - 152 tot Figuur III - 154 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen. De

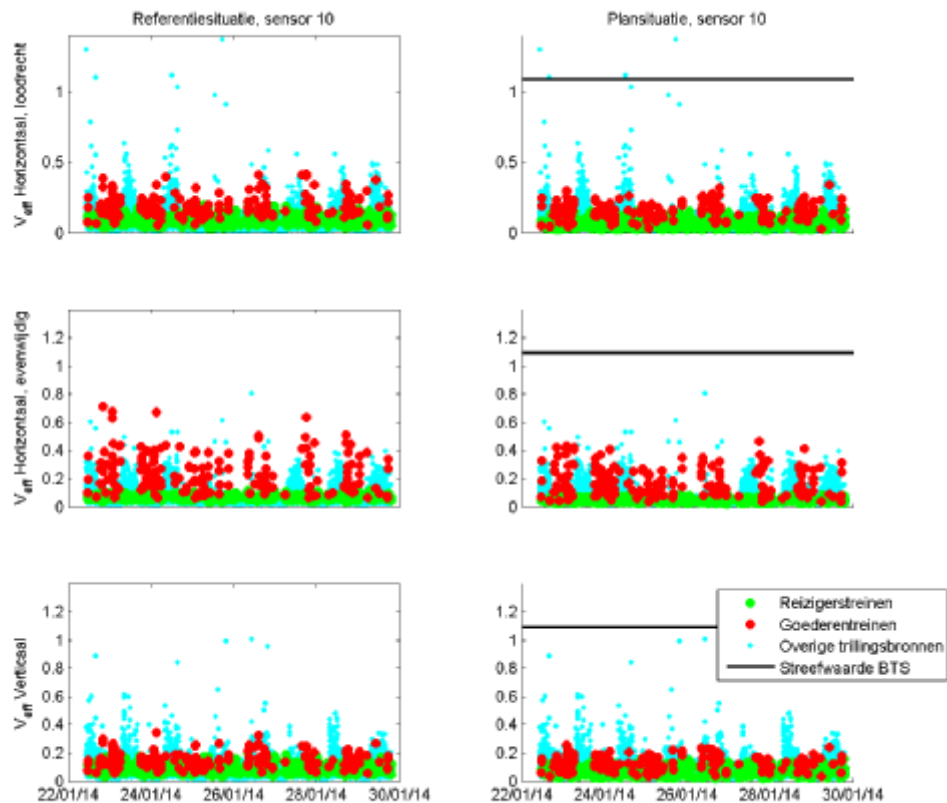
werkzaamheden buiten geven soms vergelijkbare of iets hogere trillingen dan het treinverkeer.



Figuur III - 152 Resultaten sensor 3_2

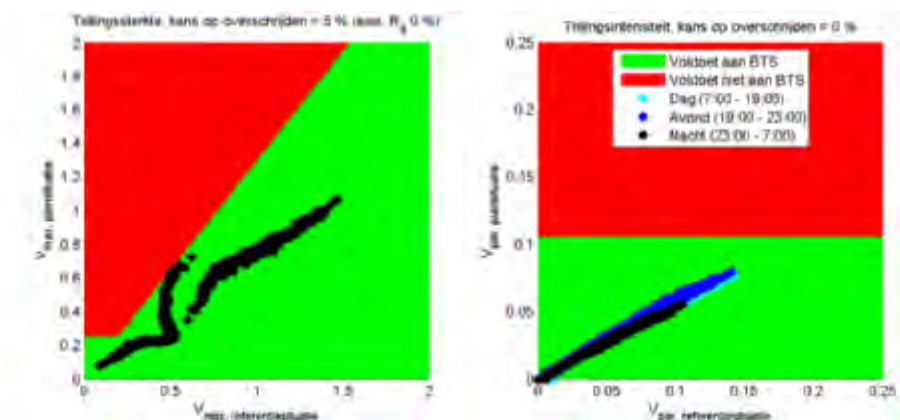


Figuur III - 153 Resultaten sensor 4



Figuur III - 154 Resultaten sensor 10

In Figuur III - 155 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding verwaarloosbaar is.



Figuur III - 155 Kans op overschrijden voor Vaartsestraat 224 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.31 Vaartsestraat 176

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 31.

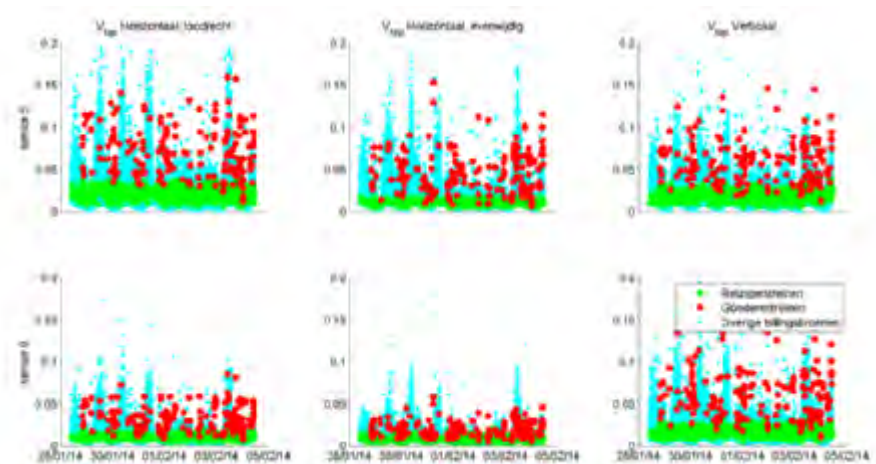
Tabel III - 31 *Gegevens meting Vaartsestraat 176*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i> <i>Daalseplein 101</i> <i>3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon</i> <i>e-mail: pieter.boon@movares.nl</i> <i>tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. Knuppe</i>
3	Tijdperiode meting	<i>28 januari 2014 10:20 tot 4 februari 10:45</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III-156</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III-156</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III-157</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 156, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 157.

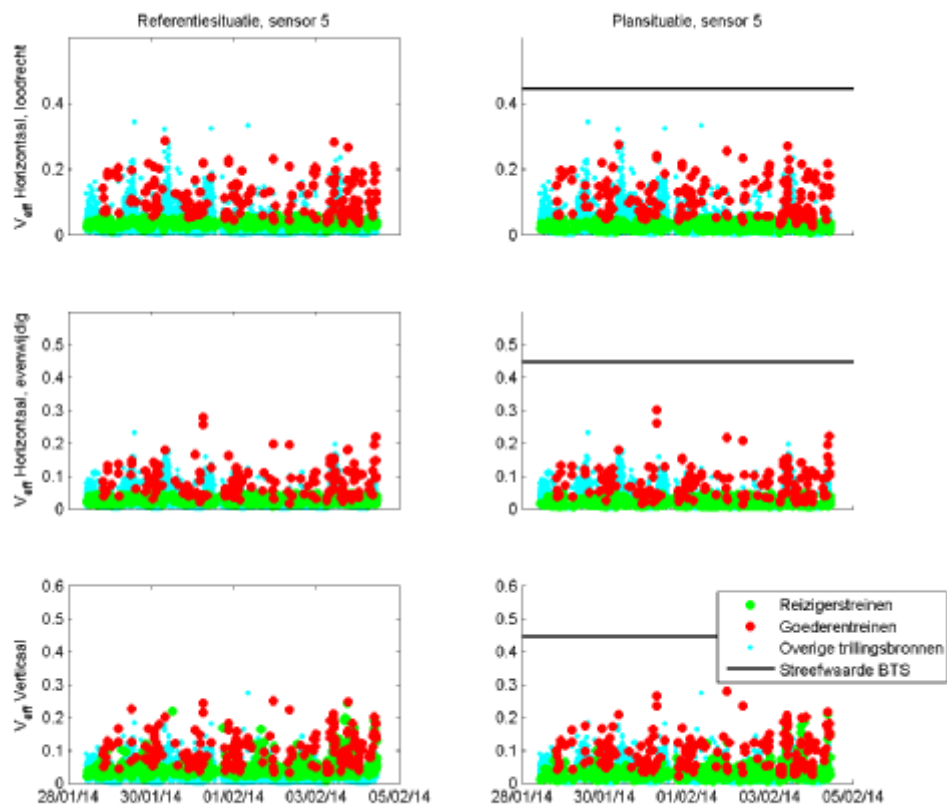


Figuur III - 156 Opstelling sensoren bij Vaartsestraat 176

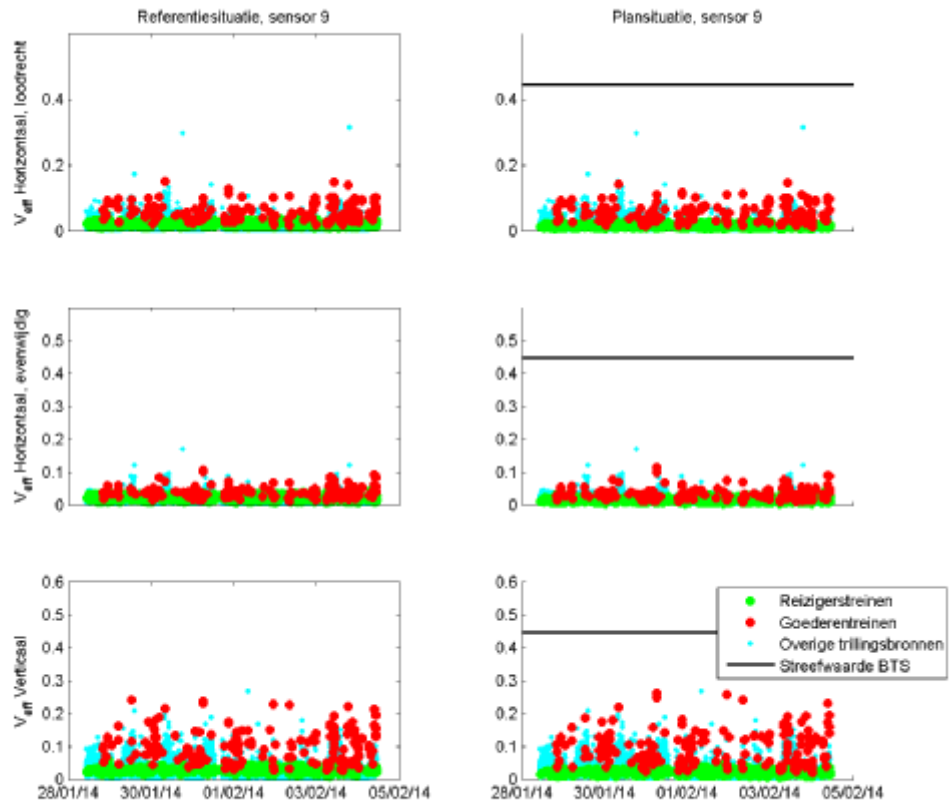


Figuur III - 157 Meetresultaten Vaartsestraat 176

In Figuur III - 158 en Figuur III - 159 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen. De werkzaamheden buiten geven soms vergelijkbare of iets hogere trillingen dan het treinverkeer.

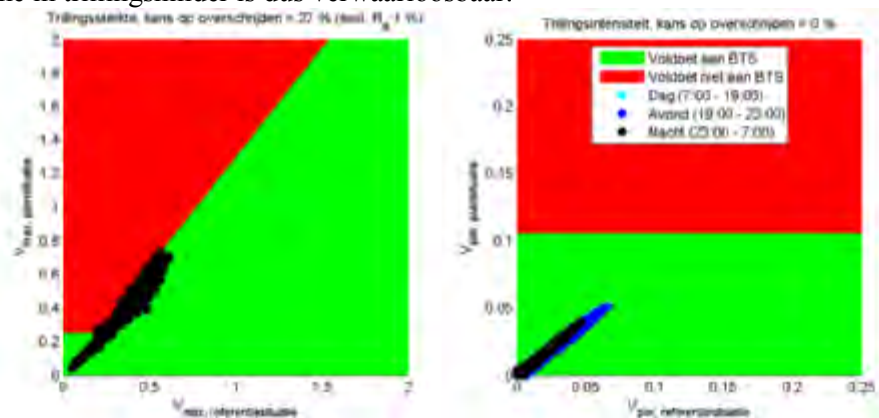


Figuur III - 158 Resultaten sensor 5



Figuur III - 159 Resultaten sensor 9

In Figuur III - 160 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding klein is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echter zeer klein. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus verwaarloosbaar.



Figuur III - 160 Kans op overschrijden voor Vaartsestraat 176 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

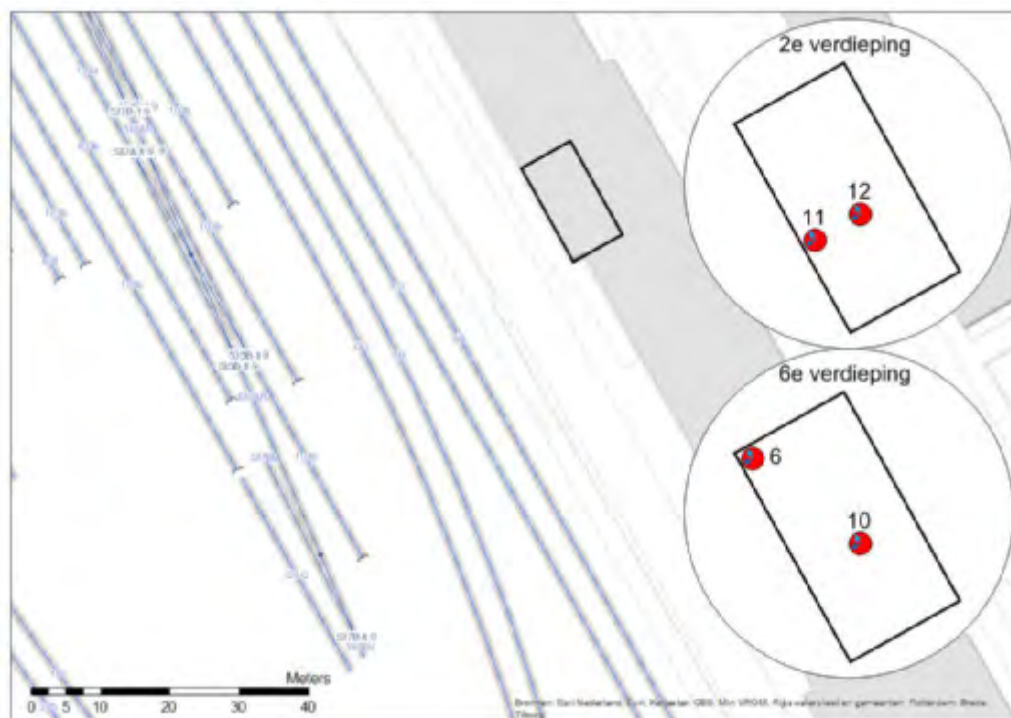
III.32 Arthur van Schendelstraat 670

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 32.

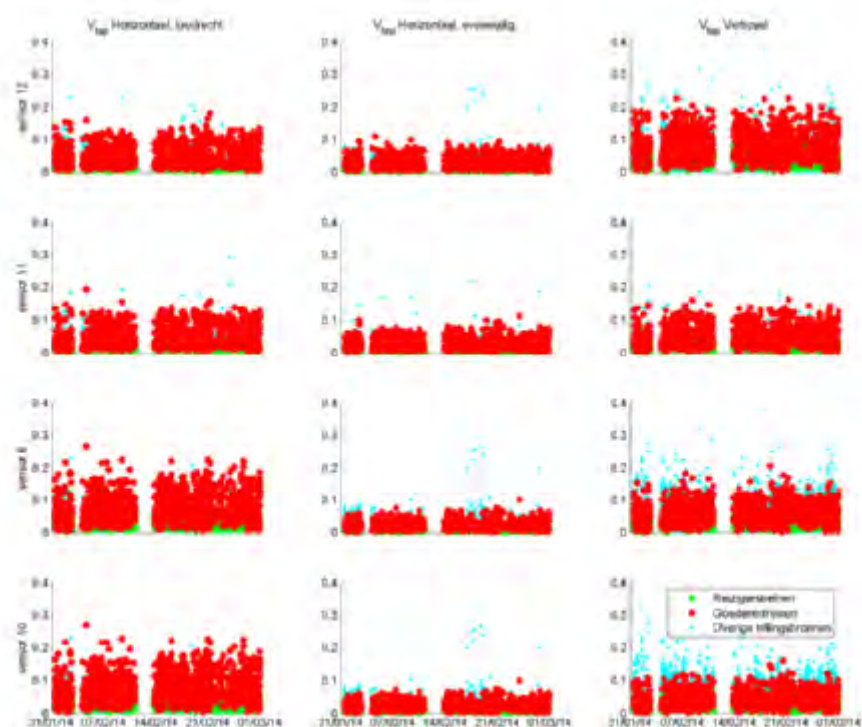
Tabel III - 32 *Gegevens meting Arthur van Schendelstraat 670*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van de Broek
3	Tijdsperiode meting	31 januari 2014 13:04 tot 28 februari 2014 00:00
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Kantoorpand, vierde verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 161
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 161
9	Gebruikte meetopnemers	Vier 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 162
11	Motivatatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 161, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 162.

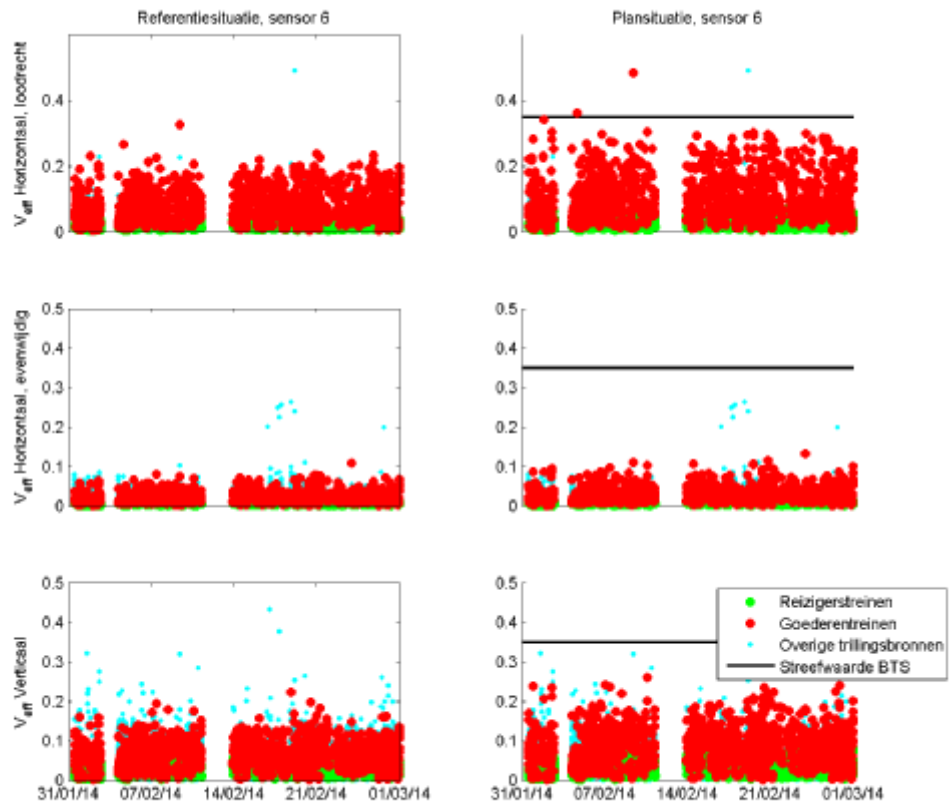


Figuur III - 161 Opstelling sensoren Arthur van Schendelstraat 670

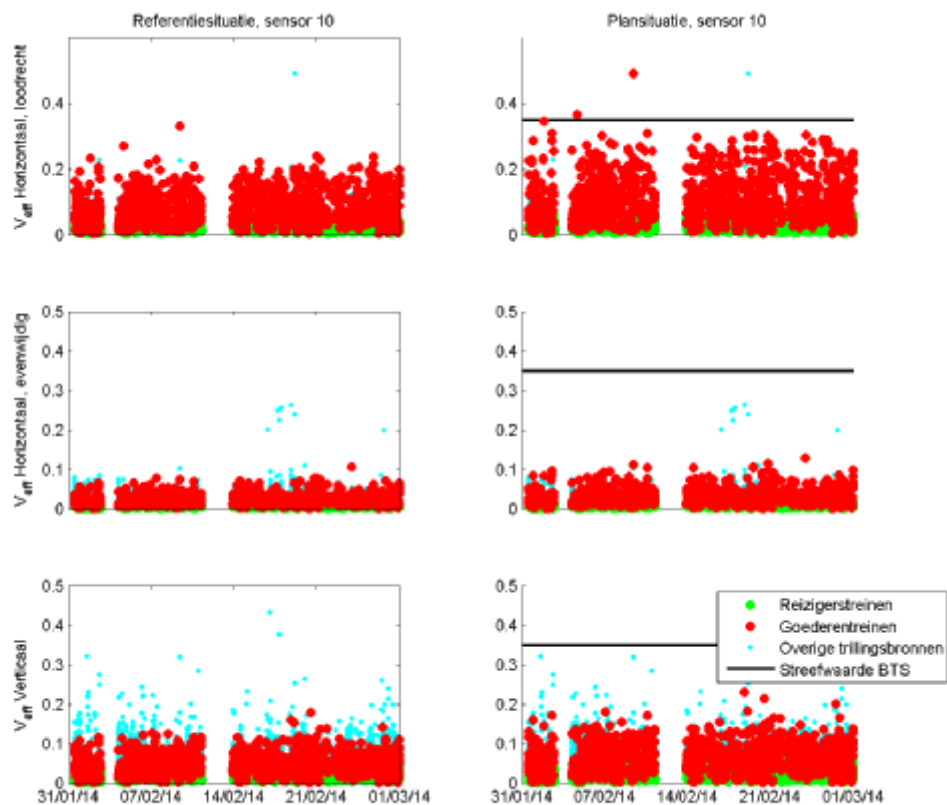


Figuur III - 162 Meetresultaten Arthur van Schendelstraat 670

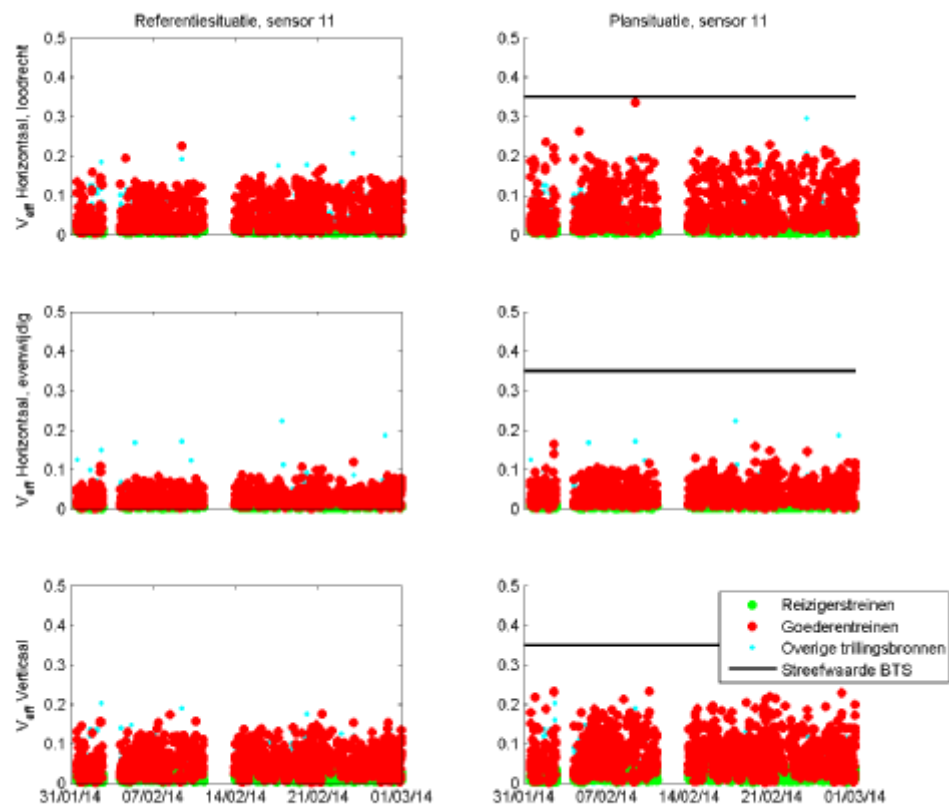
In Figuur III - 163 tot Figuur III - 166 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen. De bussen op de Adema van Scheltemabaan geven trillingssterktes die vergelijkbaar zijn aan die van reizigerstreinen.



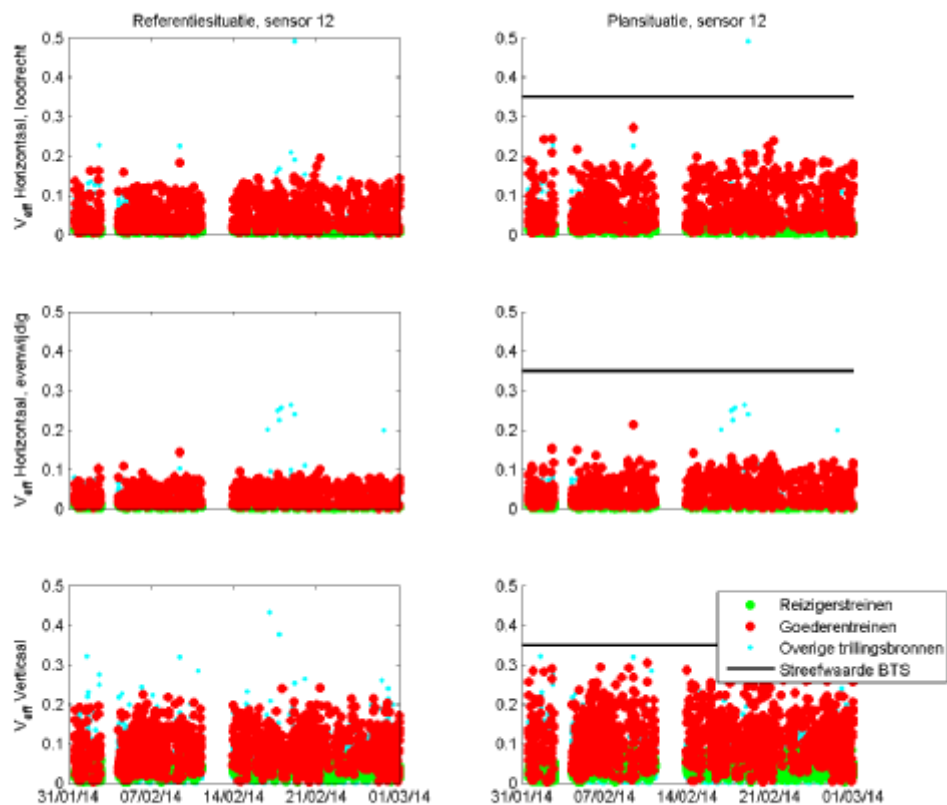
Figuur III - 163 Resultaten sensor 6



Figuur III - 164 Resultaten sensor 10

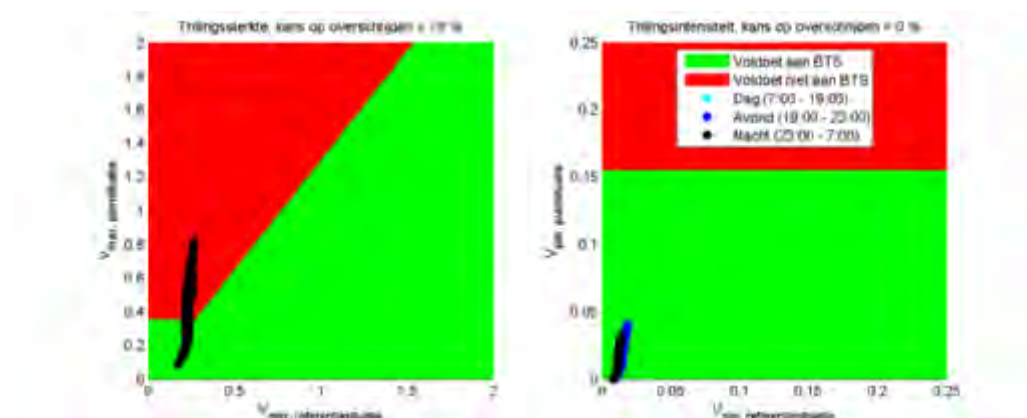


Figuur III - 165 Resultaten sensor 11



Figuur III - 166 Resultaten sensor 12

In Figuur III - 167 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding van de grenswaarden vrij groot is.



Figuur III - 167 Kans op overschrijden voor Arthur van Schendelstraat 670 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.33 Arthur van Schendelstraat 623

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 33.

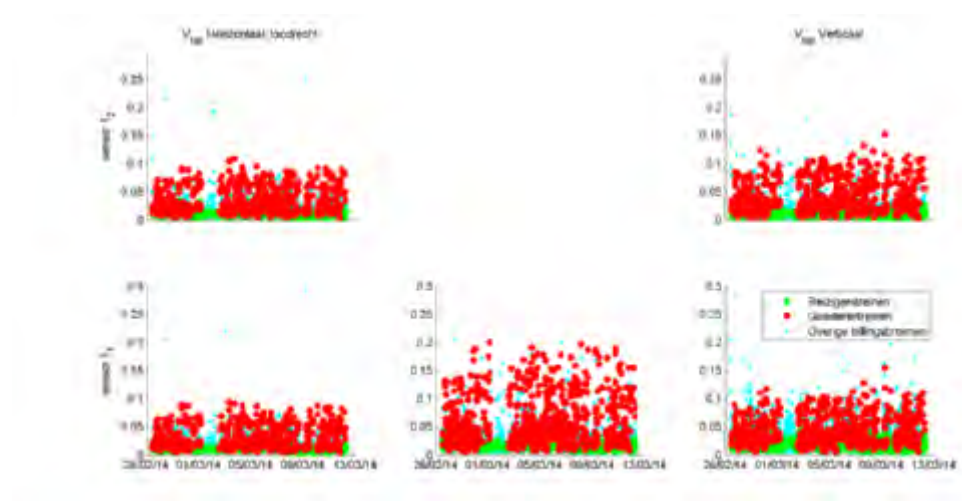
Tabel III - 33 *Gegevens meting Arthur van Schendelstraat 623*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van de Broek
3	Tijdsperiode meting	26 februari 2014 10:45 tot 12 maart 2014 08:38
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Appartementencomplex, vierde verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 168
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 168
9	Gebruikte meetopnemers	Twee 3D-geofoon
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 169
11	Motivatatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 168, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 169.

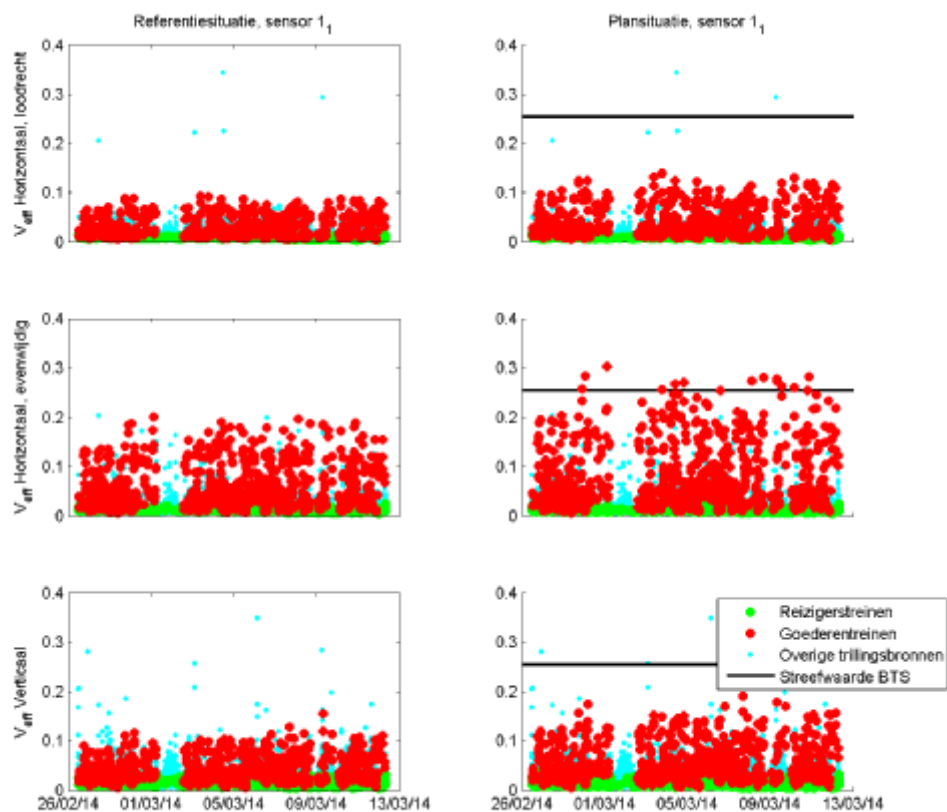


Figuur III - 168 Opstelling sensoren bij Arthur van Schendelstraat 623

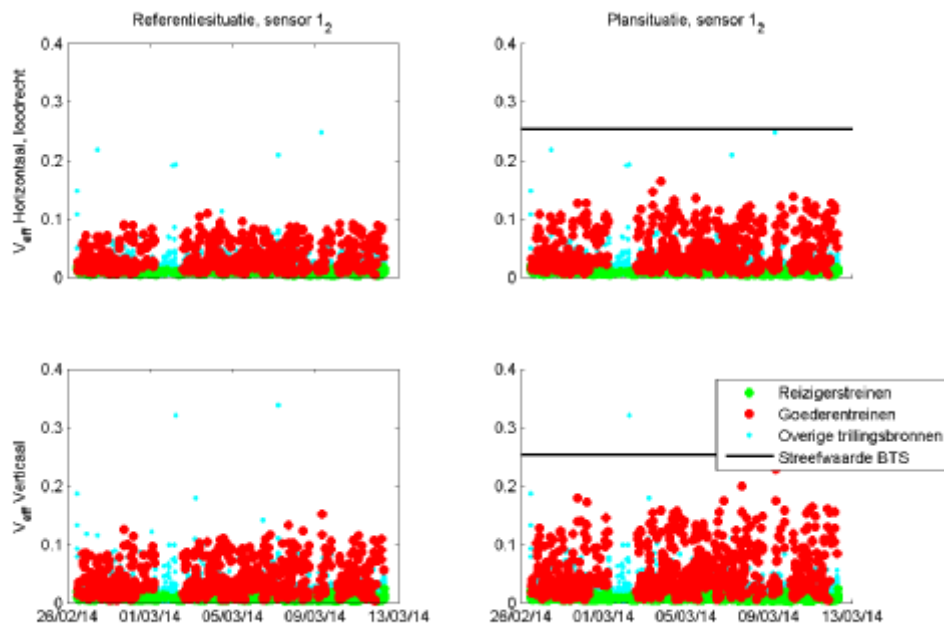


Figuur III - 169 Meetresultaten Arthur van Schendelstraat 623

In Figuur III - 170 en Figuur III - 171 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

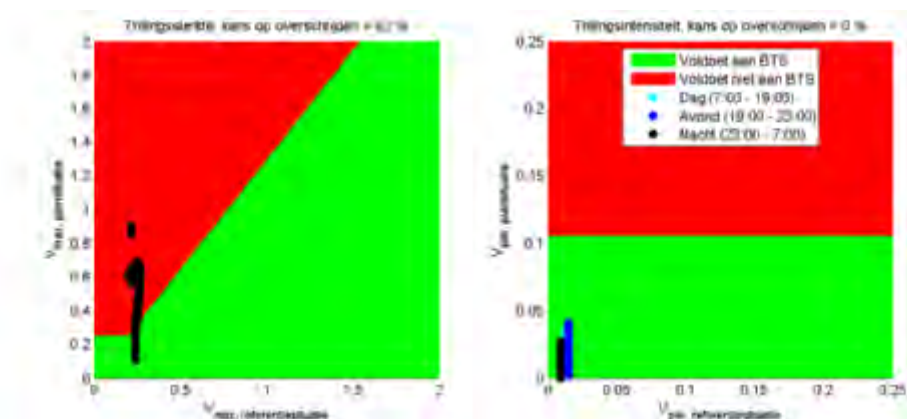


Figuur III - 170 Resultaten sensor 1_1



Figuur III - 171 Resultaten sensor 1_2

In Figuur III - 172 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding vrij groot is op deze locatie.



Figuur III - 172 Kans op overschrijden voor Arthur van Schendelstraat 623 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

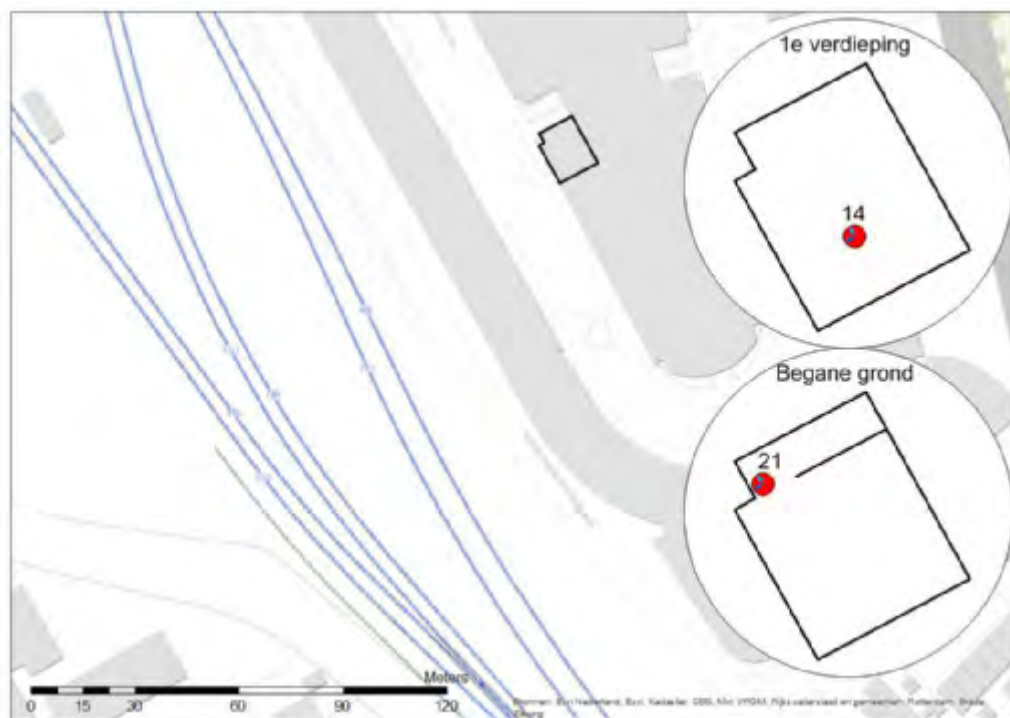
III.34 Arthur van Schendelstraat 203

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 34.

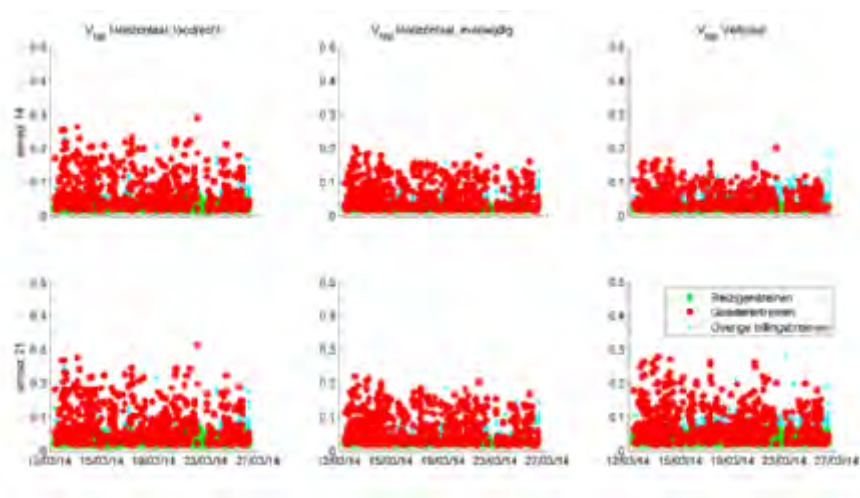
Tabel III - 34 *Gegevens meting Arthur van Schendelstraat 203*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van de Broek
3	Tijdsperiode meting	12 maart 2014 09:44 tot 26 maart 2014 09:43
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Appartementencomplex, eerste verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 173
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 173
9	Gebruikte meetopnemers	Twee 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 174
11	Motivatatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 173, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 174.

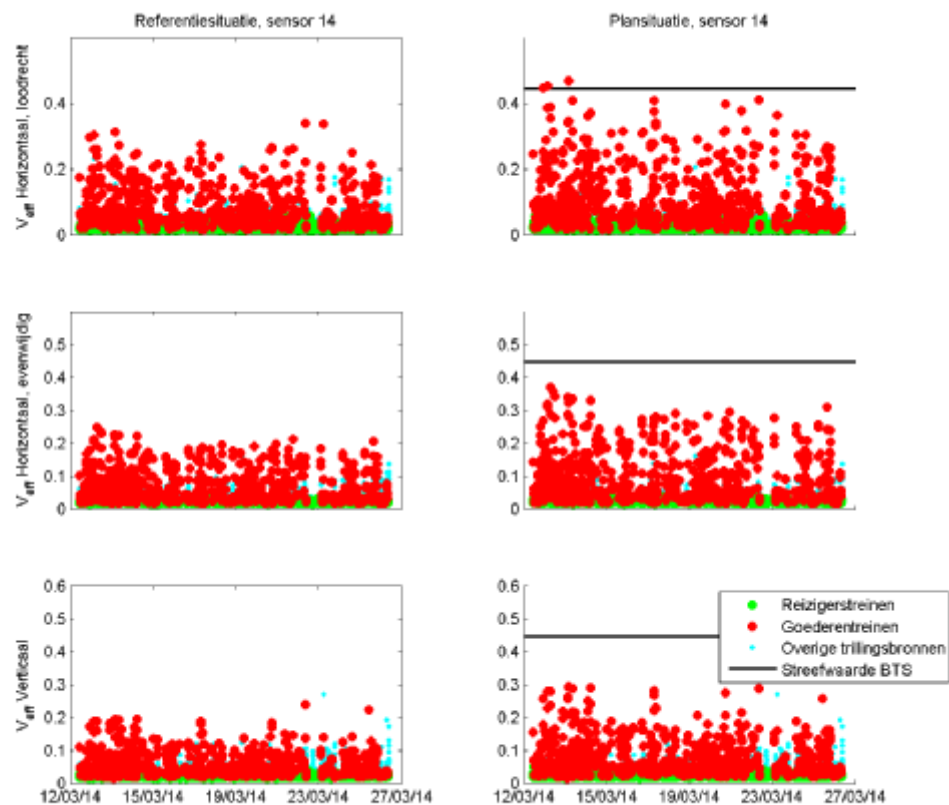


Figuur III - 173 Opstelling sensoren bij Arthur van Schendelstraat 203

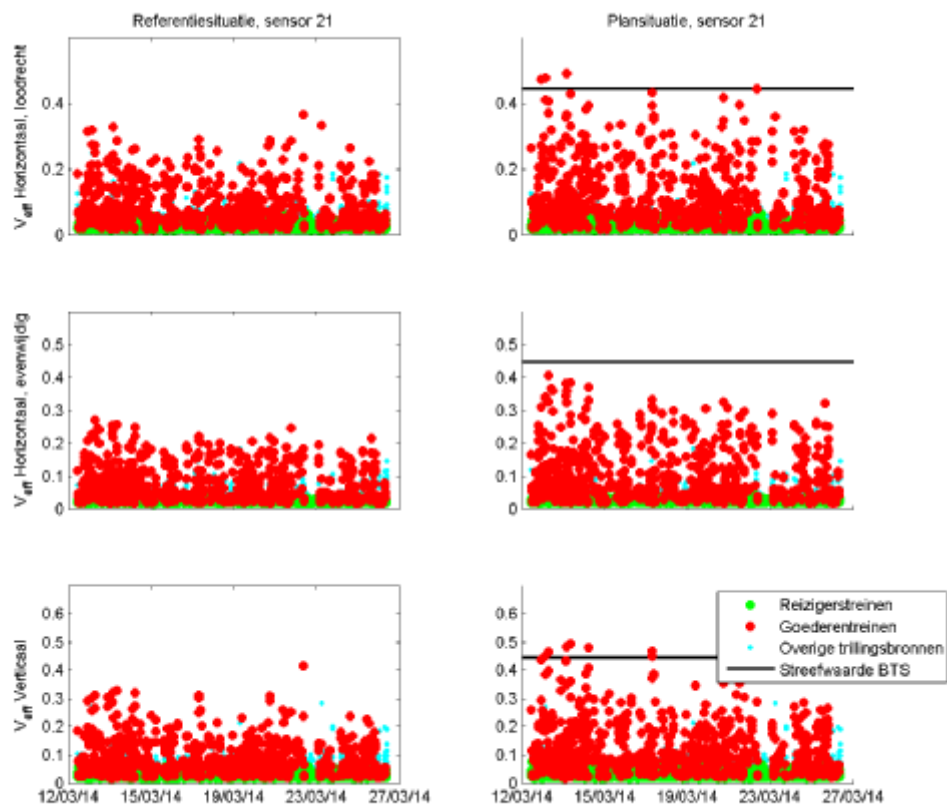


Figuur III - 174 Meetresultaten Arthur van Schendelstraat 203

In Figuur III - 175 en Figuur III - 176 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

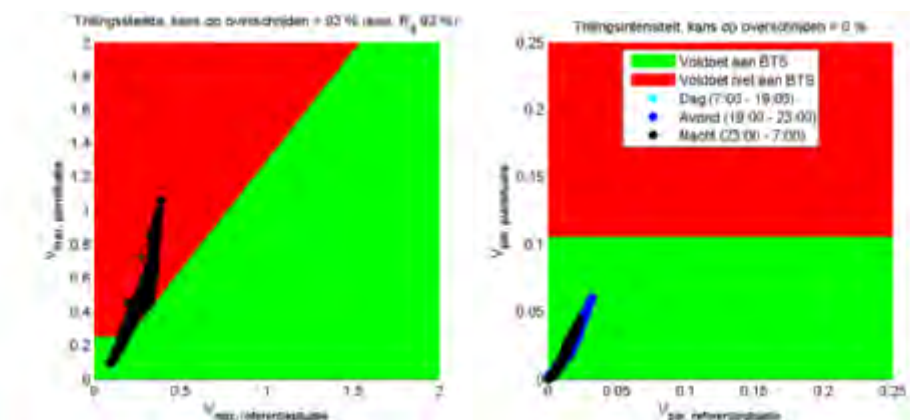


Figuur III - 175 Resultaten sensor 14



Figuur III - 176 Resultaten sensor 21

In Figuur III - 177 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding vrij groot is.



Figuur III - 177 Kans op overschrijden voor Arthur van Schendelstraat 203 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.35 Nicolaas Beetsstraat 222

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 35.

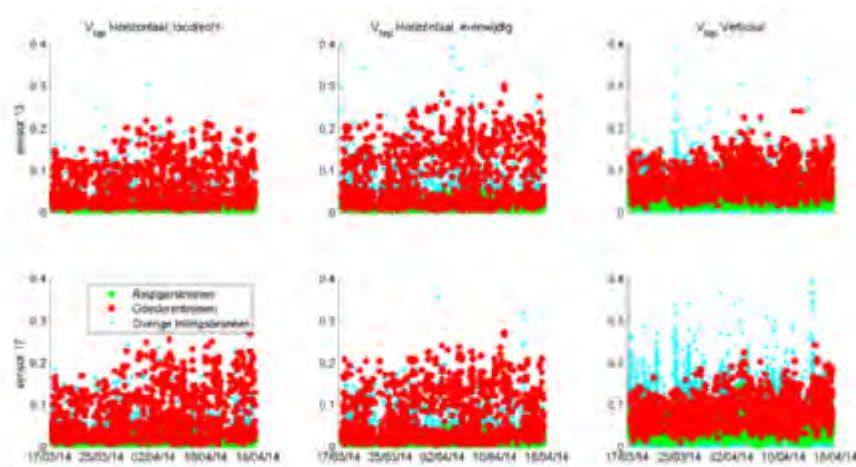
Tabel III - 35 *Gegevens meting Nicolaas Beetsstraat 222*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>M. van Riel</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>2 december 2013 10:35 tot 9 december 12:20</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Vijflaags appartementcomplex. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 178</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 178</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III - 179</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 188, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 178.

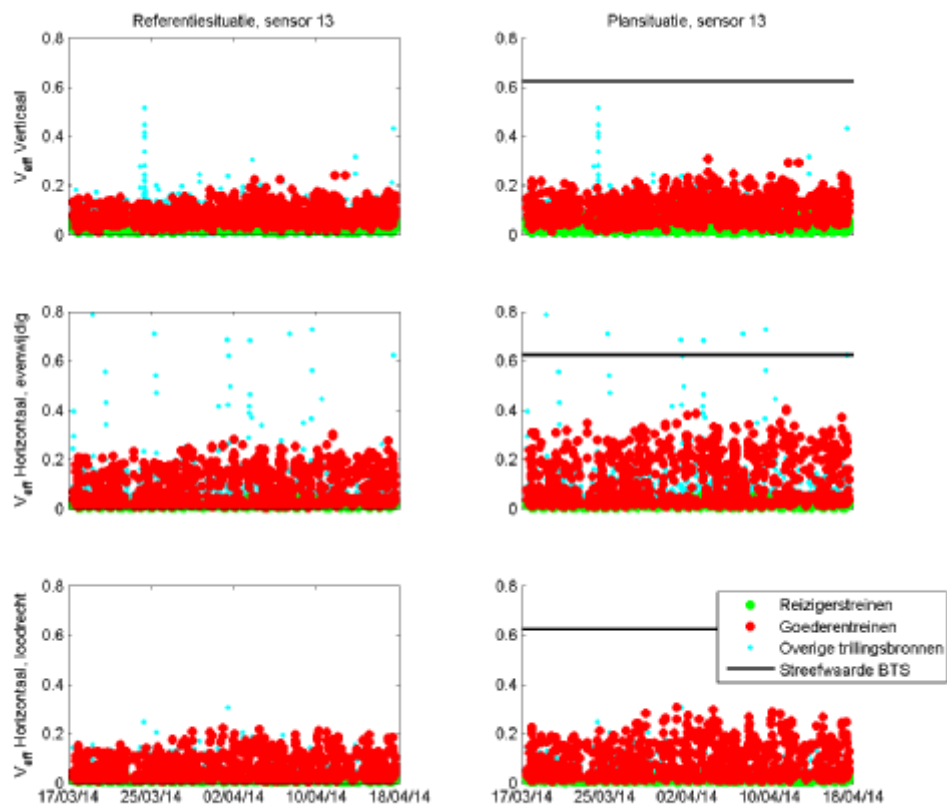


Figuur III - 178 Opstelling sensoren bij Nicolaas Beetsstraat 222

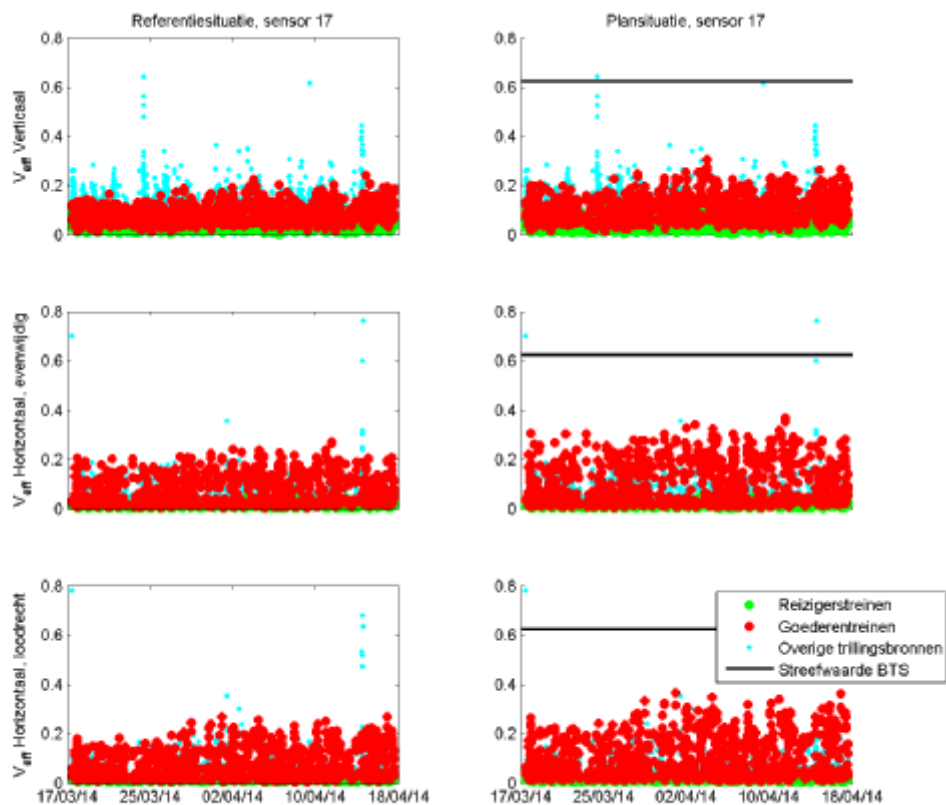


Figuur III - 179 Meetresultaten Nicolaas Beetsstraat 222

In Figuur III - 180 en Figuur III - 181 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen. Daarnaast wordt een 17Hz-stoorsignaal gemeten overdag, dit signaal is afkomstig vanuit het gebouw en wordt ook gemeten bij meetlocatie Nicolaas Beetsstraat 212.

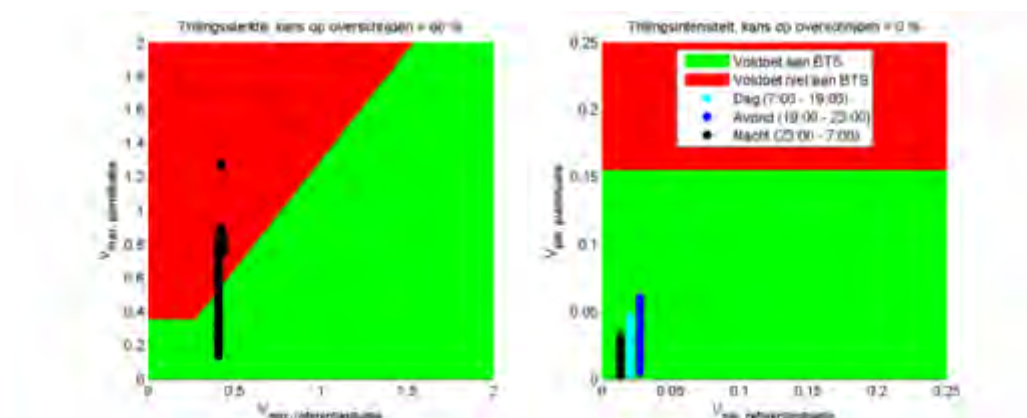


Figuur III - 180 Resultaten sensor 13



Figuur III - 181 Resultaten sensor 17

In Figuur III - 182 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding vrij groot is voor deze locatie.



Figuur III - 182 Kans op overschrijden voor Nicolaas Beetsstraat 222 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

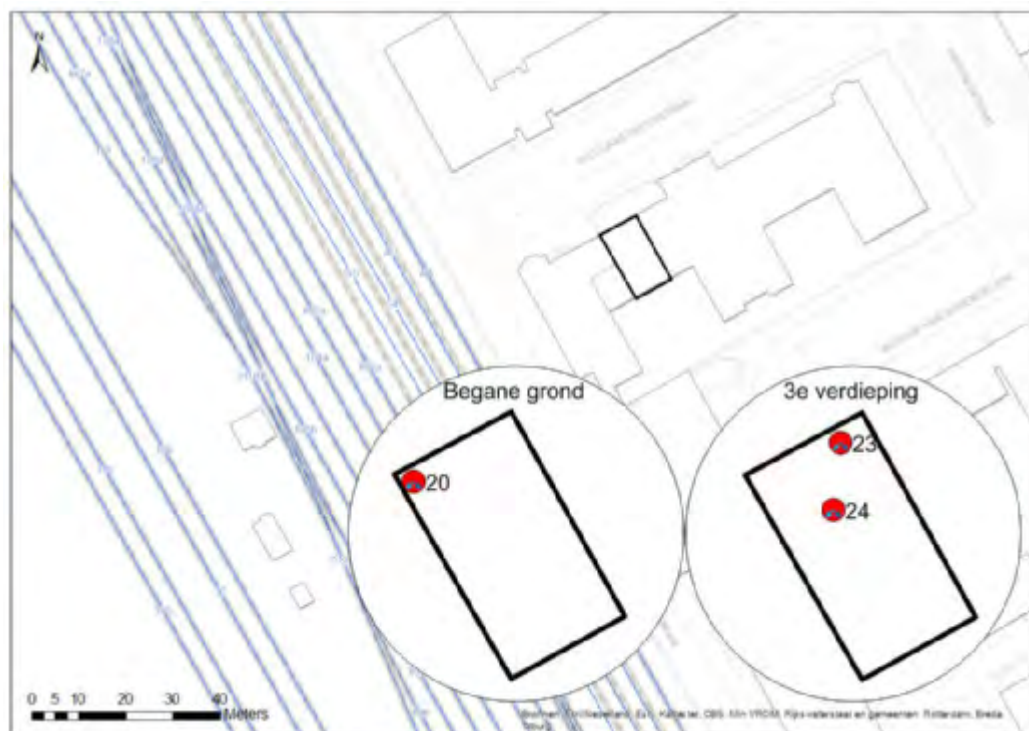
II.36 Nicolaas Beetsstraat 212

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 36.

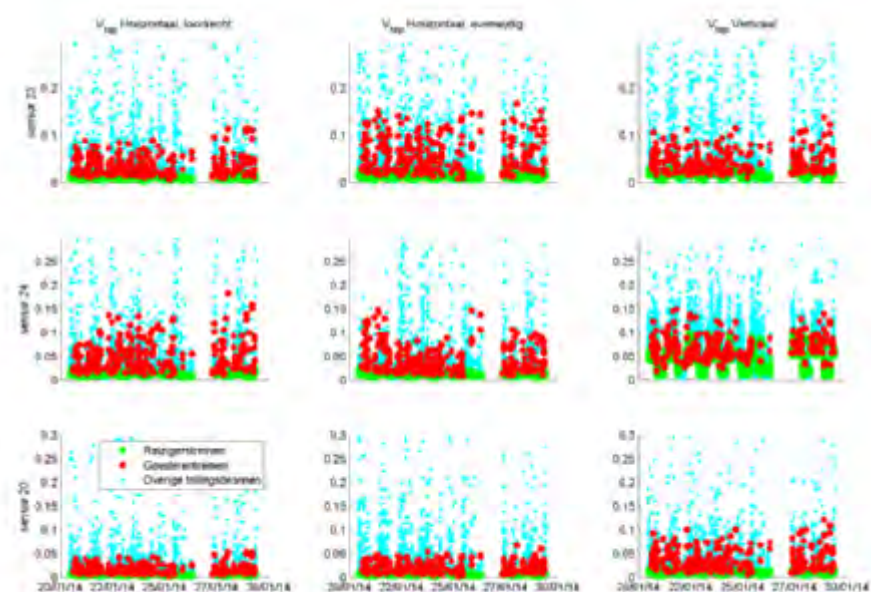
Tabel III - 36 *Gegevens meting Nicolaas Beetsstraat 212*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. Knuppe
3	Tijdsperiode meting	20 januari 2014 11:55 tot 29 januari 09:10
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Vijflaags appartementencomplex. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 183
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 183
9	Gebruikte meetopnemers	Drie 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 184
11	Motivatatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 183, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 184.



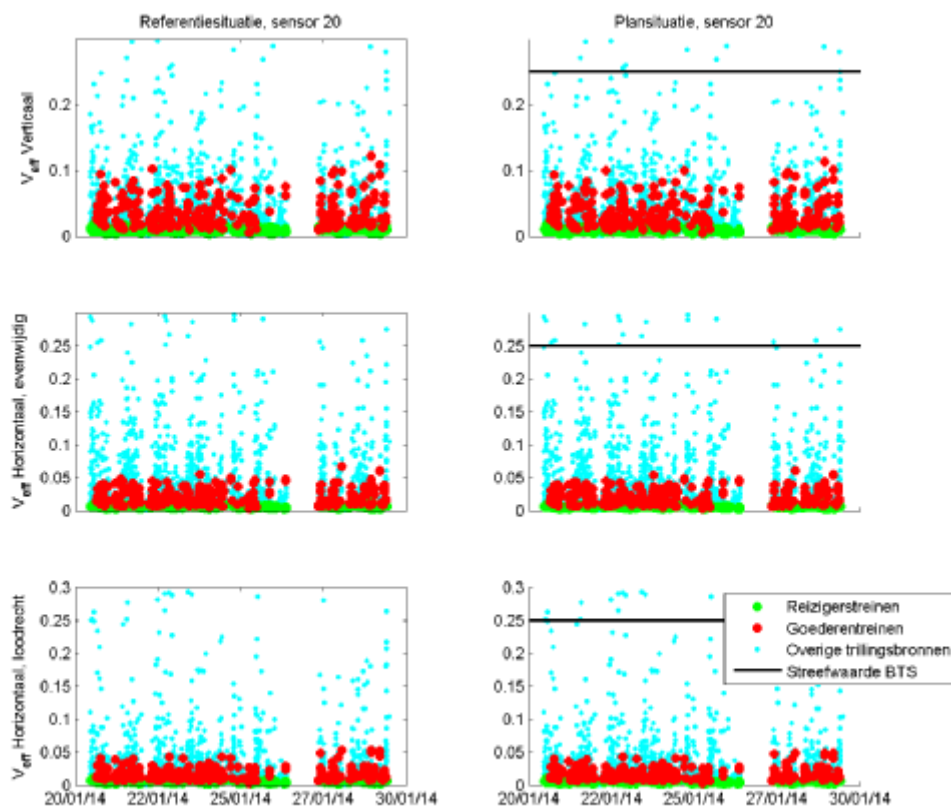
Figuur III - 183 Opstelling sensoren bij Nicolaas Beetsstraat 212



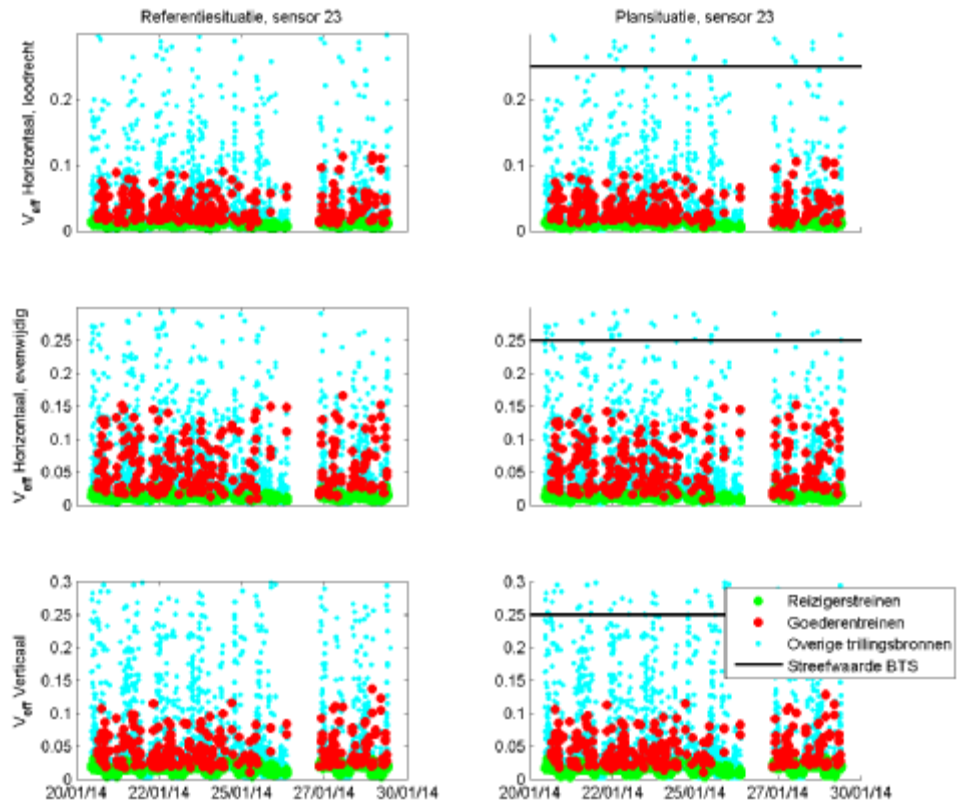
Figuur III - 184 Meetresultaten Nicolaas Beetsstraat 212

In Figuur III - 185 tot Figuur III - 187 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan of vergelijkbaar aan die van treinen zijn, zijn afkomstig van voetstappen. Daarnaast wordt

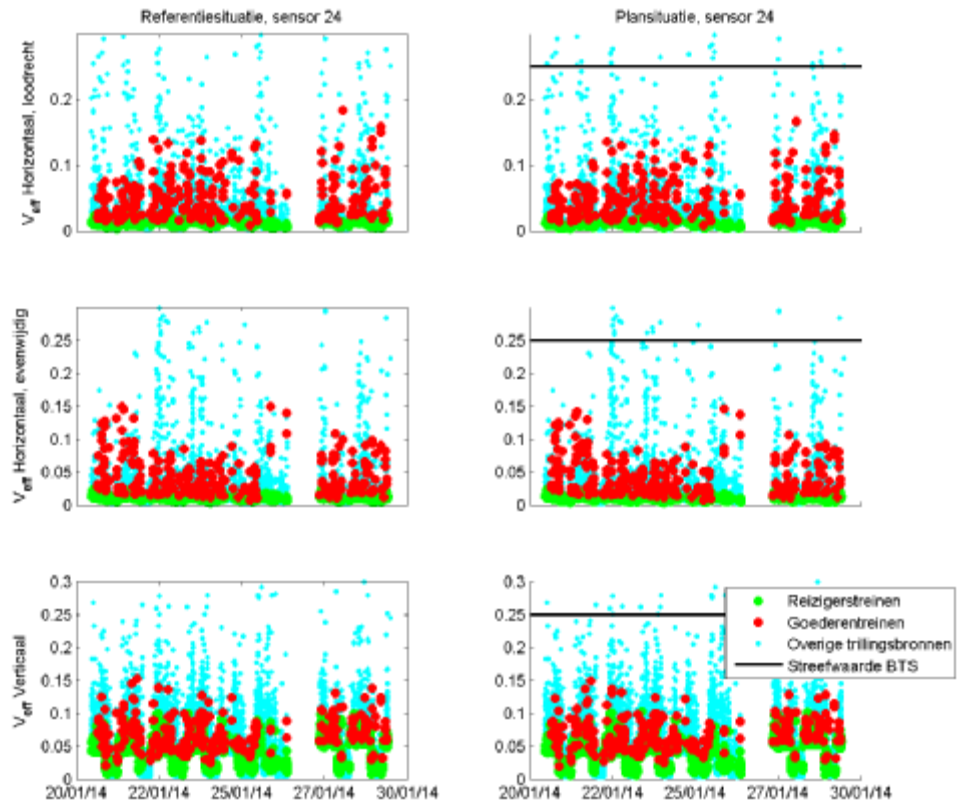
een 17Hz-stoorsignaal gemeten overdag, dit signaal is afkomstig vanuit het gebouw en wordt ook gemeten bij meetlocatie Nicolaas Beetsstraat 222.



Figuur III - 185 Resultaten sensor 20

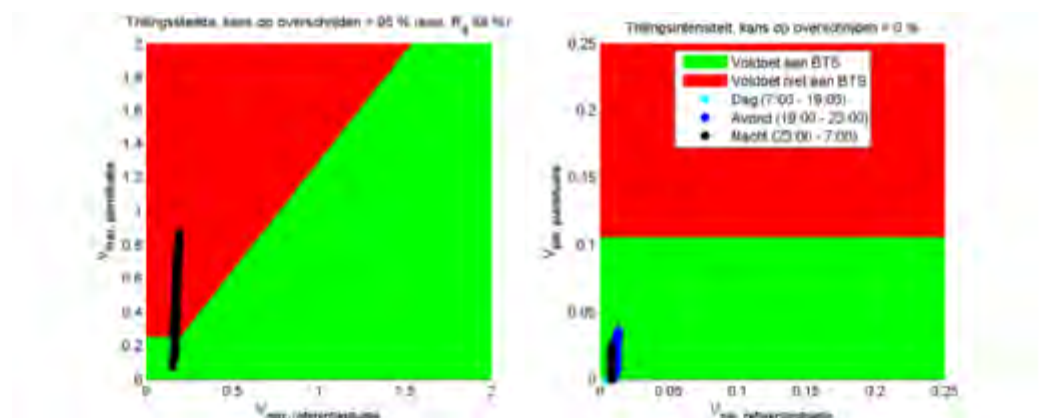


Figuur III - 186 Resultaten sensor 23



Figuur III - 187 Resultaten sensor 24

In Figuur III - 188 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding groot is voor deze locatie.



Figuur III - 188 Kans op overschrijden voor Nicolaas Beetsstraat 212 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.37 Laan van Puntenburg 100

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 37.

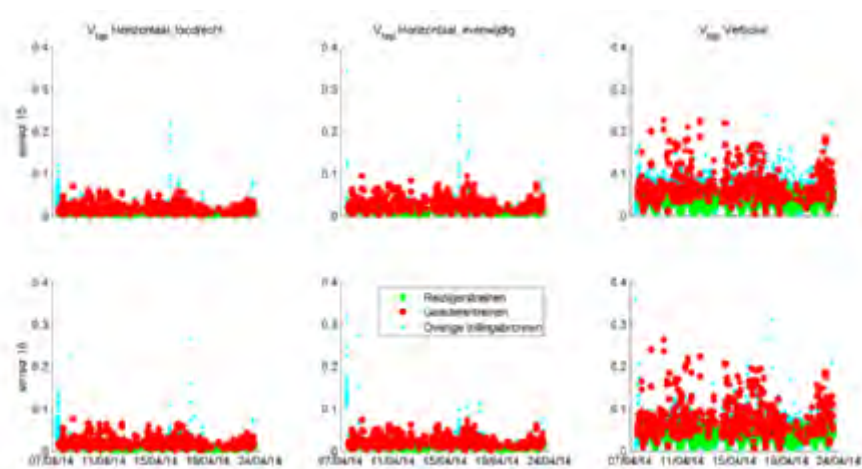
Tabel III - 37 *Gegevens meting Laan van Puntenburg 100*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	P. Bouwma
3	Tijdsperiode meting	07 april 2014 10:50 tot 23 april 2014 13:48
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Kantoorgebouw, achttiende verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 189
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 189
9	Gebruikte meetopnemers	Twee 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 190
11	Motivatatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 189, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 190.

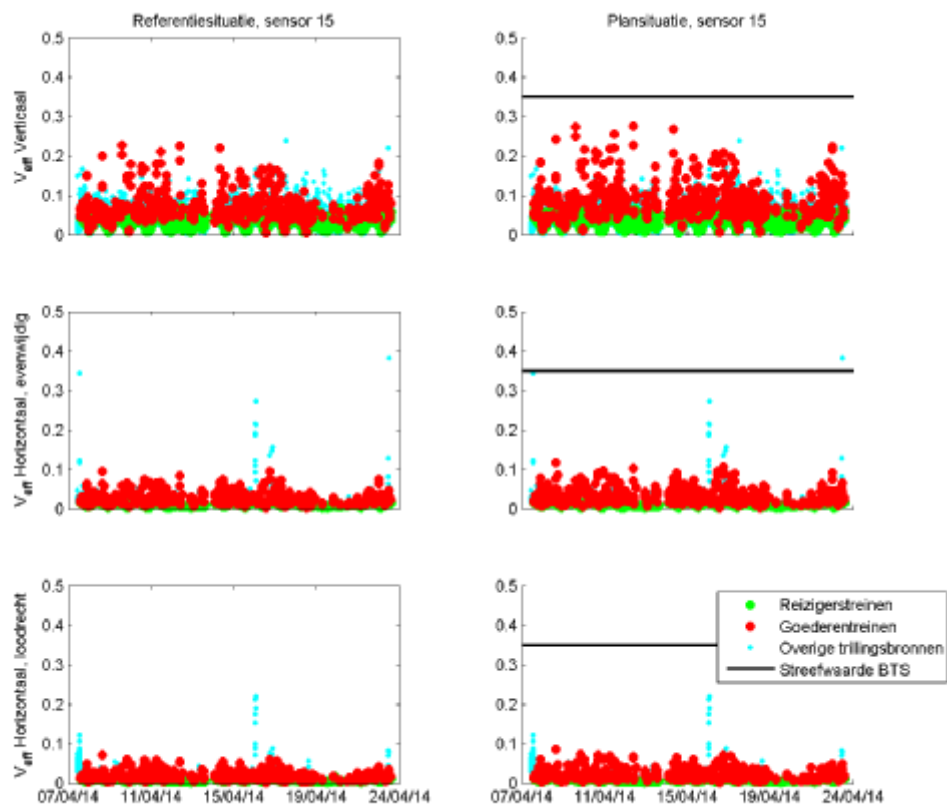


Figuur III - 189 Opstelling sensoren bij Laan van Puntenburg 100

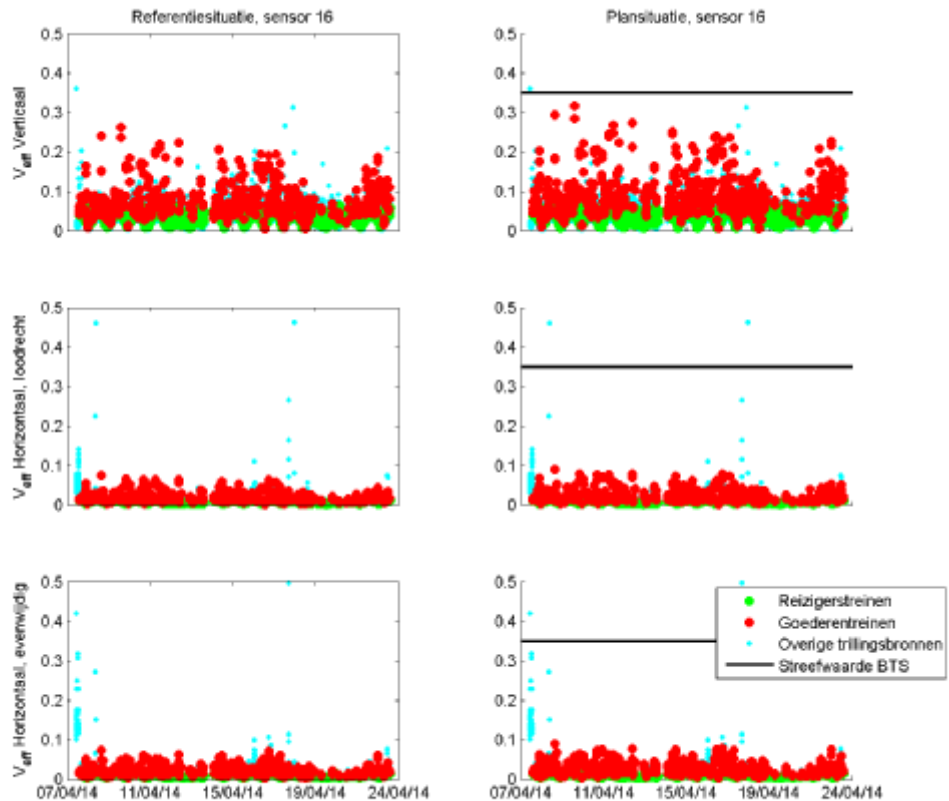


Figuur III - 190 Meetresultaten Laan van Puntenburg 100

In Figuur III - 191 en Figuur III - 192 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen. De bussen op de Adema van Scheltemabaan hebben vergelijkbare trillingssterktes als reizigerstreinen.

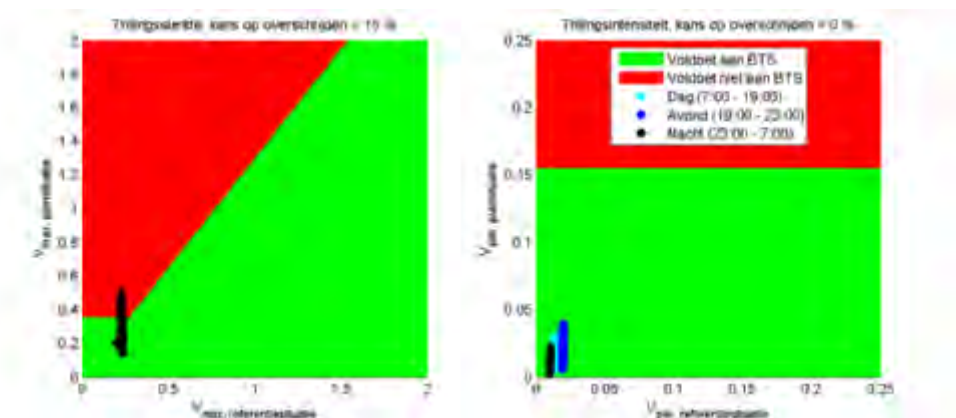


Figuur III - 191 Resultaten sensor 15



Figuur III - 192 Resultaten sensor 16

In Figuur III - 193 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding verwaarloosbaar klein is.



Figuur III - 193 Kans op overschrijden voor Laan van Puntenburg 100 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.38 Katreinetoren

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 38.

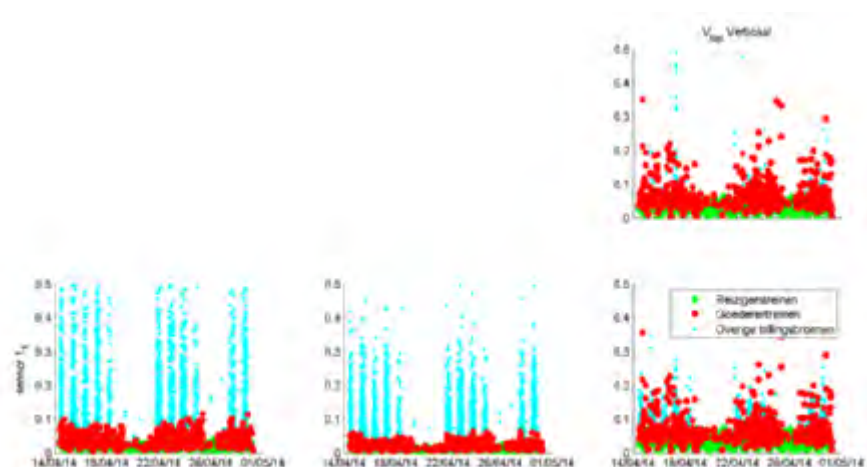
Tabel III - 38 *Gegevens meting Katreinetoren*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. van de Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>14 april 2014 11:35 tot 30 april 2014 05:34</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Kantoorgebouw, veertiende verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 194</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 194</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D-geofoon en een 1D-geofoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 4 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III - 195</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 194, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 195.

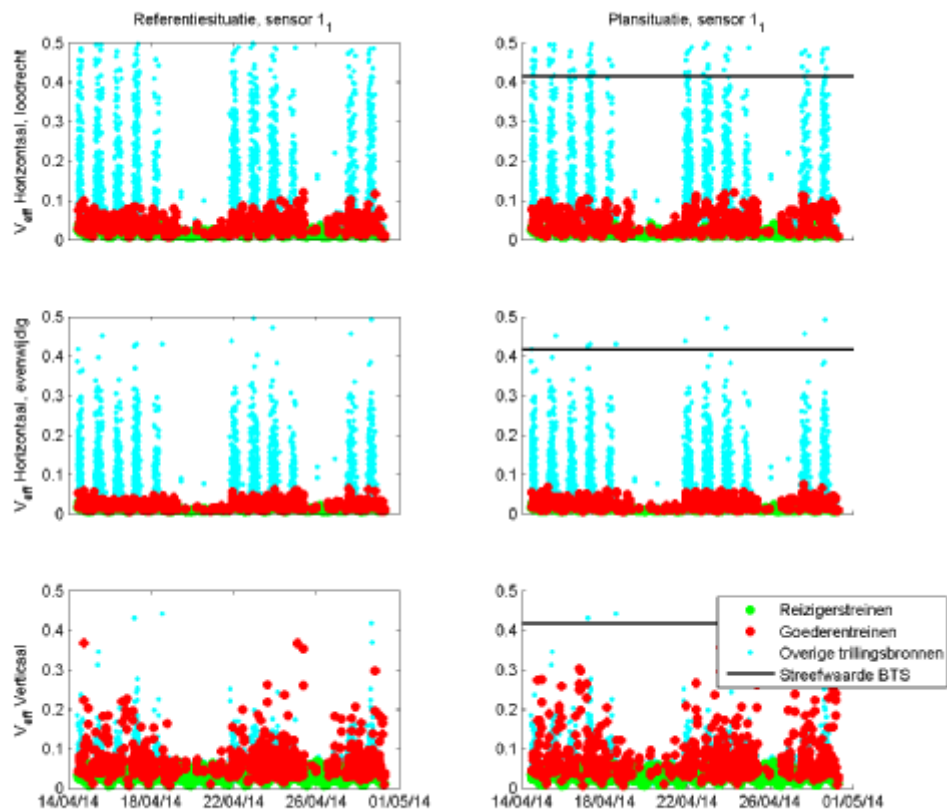


Figuur III - 194 Opstelling sensoren Katreinetooren

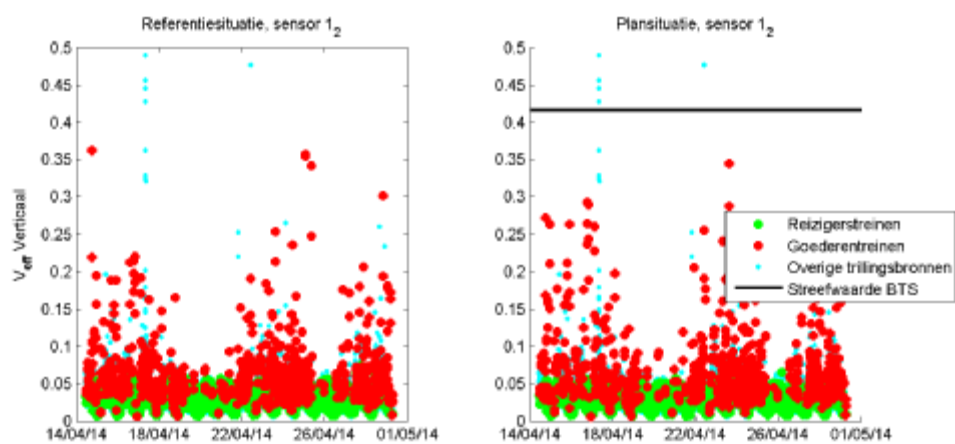


Figuur III - 195 Meetresultaten Katreinetooren

In Figuur III - 196 en Figuur III - 197 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen en andere verstoringen in de omgeving van het station. Ook de bouwwerkzaamheden buiten geven soms vergelijkbare of iets hogere trillingen dan het treinverkeer.

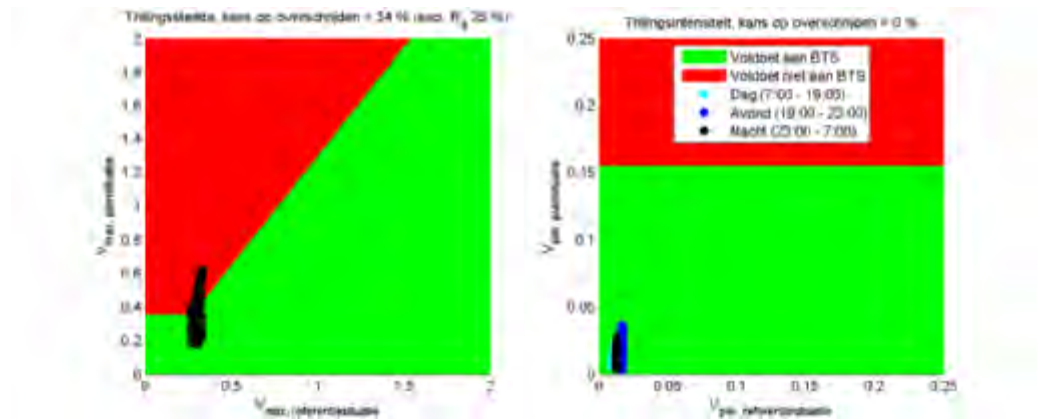


Figuur III - 196 Resultaten sensor 1_1



Figuur III - 197 Resultaten sensor 1_2

In Figuur III - 193 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding klein is.



Figuur III - 198 Kans op overschrijden voor Katreinetoors van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.39 Leidseveer 10

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 39.

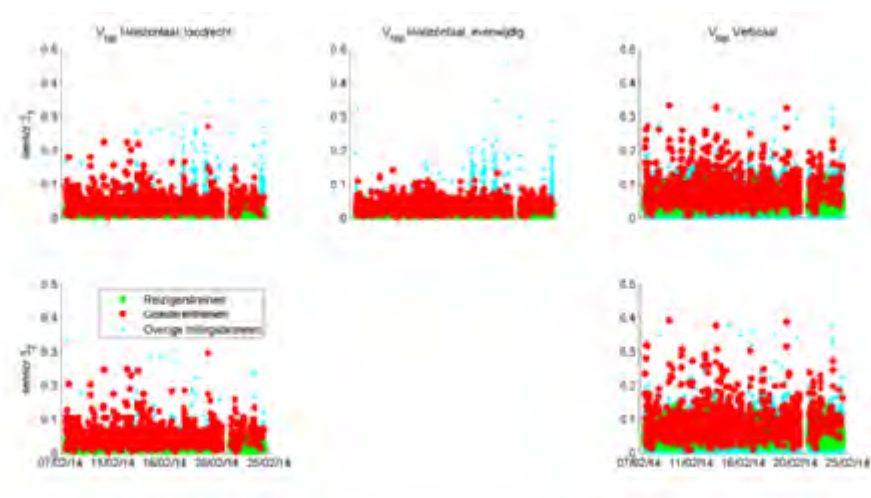
Tabel III - 39 *Gegevens meting Leidseveer 10*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. van de Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>07 februari 2014 11:32 tot 24 februari 2014 13:30</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Kantoorgebouw, vierde verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 199</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 199</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D-gefoon en een 2D-gefoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III - 200</i>
11	Motivatief classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 199, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 200.

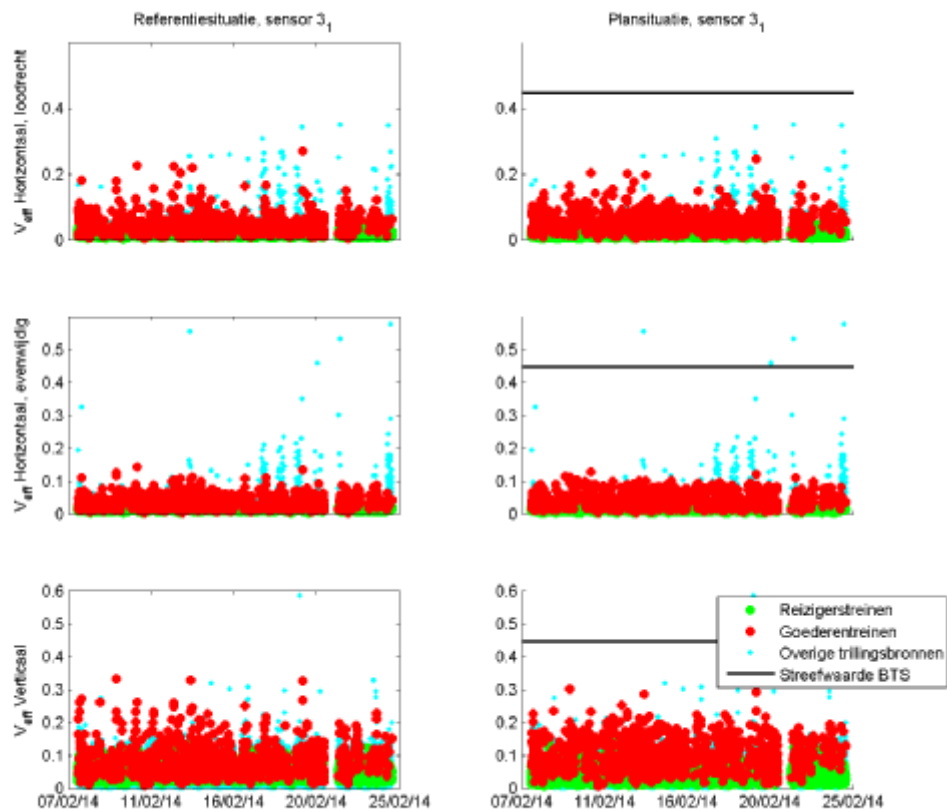


Figuur III - 199 Opstelling sensoren Leidseveer 10

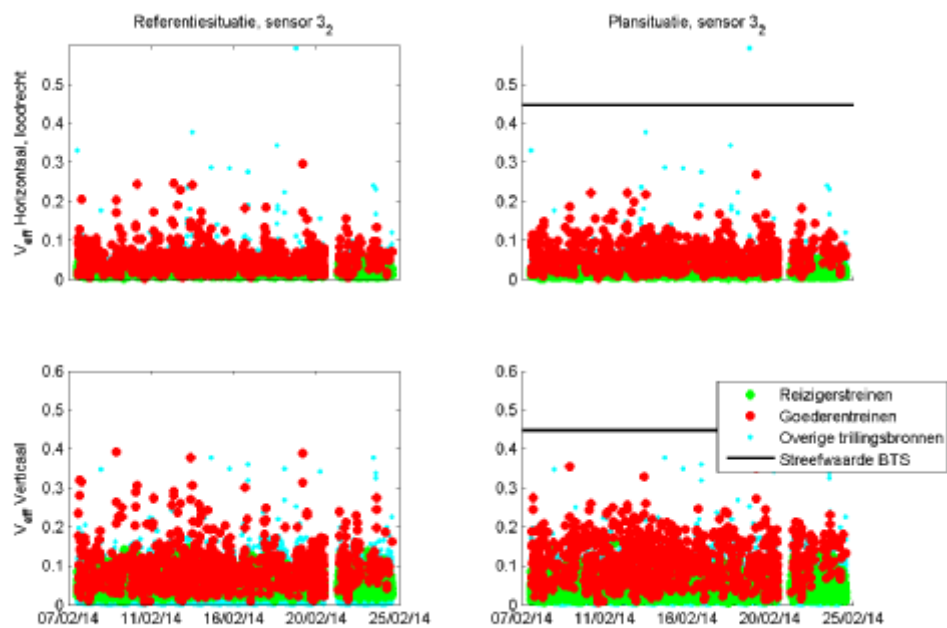


Figuur III - 200 Meetresultaten Leidseveer 10

In Figuur III - 201 en Figuur III - 202 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

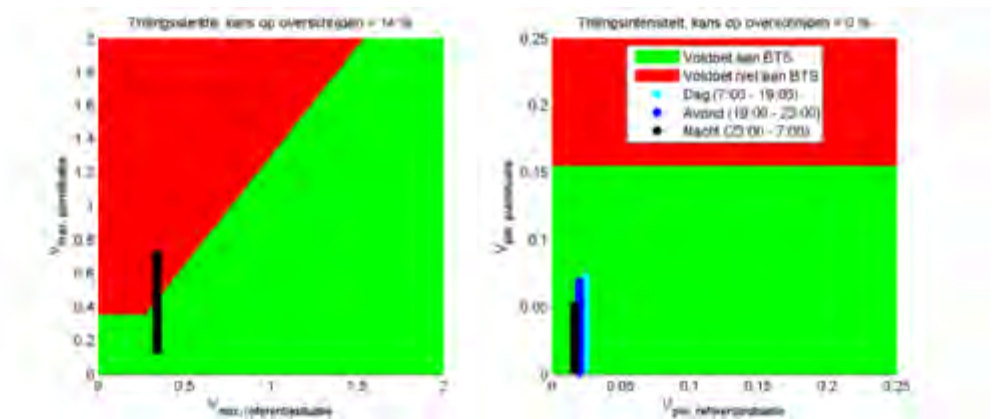


Figuur III - 201 Resultaten sensor 3_1



Figuur III - 202 Resultaten sensor 3_2

In Figuur III - 203 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding verwaarloosbaar klein is.



Figuur III - 203 Kans op overschrijden voor Leidseveer 10 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.40 Daalseplein 101

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 41.

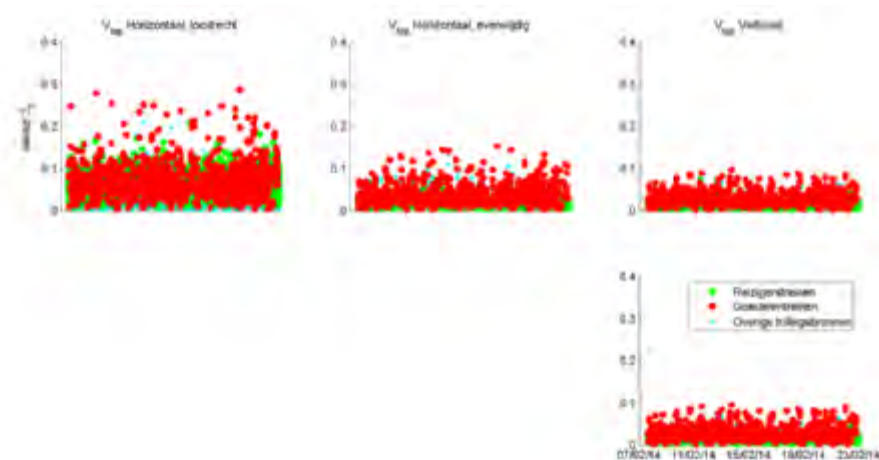
Tabel III - 40 *Gegevens meting Daalseplein 101*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. Heijmans</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>28 januari 2014 10:20 tot 4 februari 10:45</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Kantoorgebouw, vijfde verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 204</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 204</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D-geofoon en een 1D-geofoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 4 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III - 205</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 204, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 205.

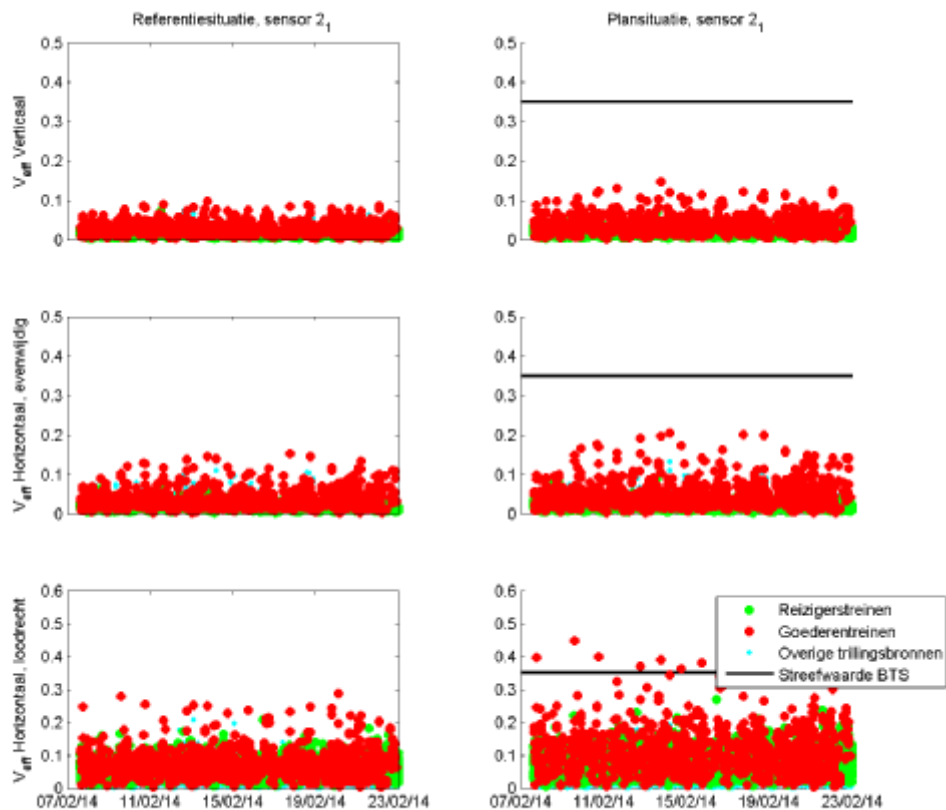


Figuur III - 204 Opstelling sensoren Daalseplein 101

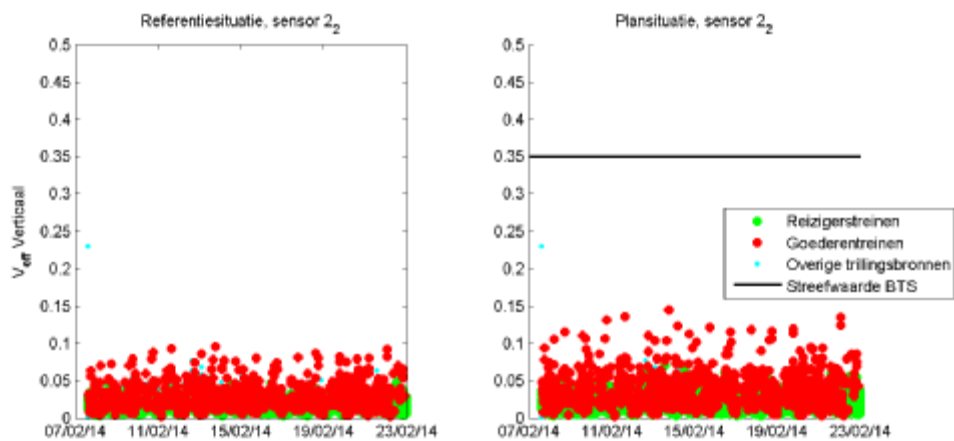


Figuur III - 205 Meetresultaten Daalseplein 101

In Figuur III - 206 en Figuur III - 207 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen.

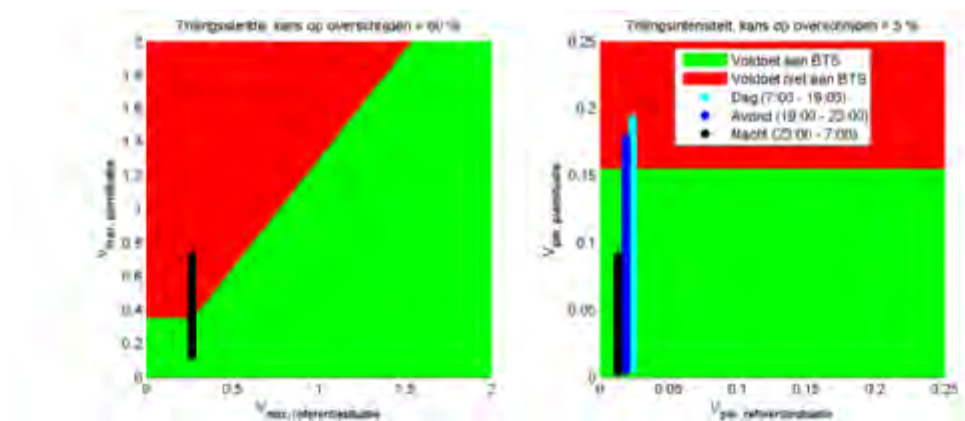


Figuur III - 206 Resultaten sensor 2_1



Figuur III - 207 Resultaten sensor 2_2

In Figuur III - 208 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding beperkt is.



Figuur III - 208 Kans op overschrijden voor Daalseplein 101 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

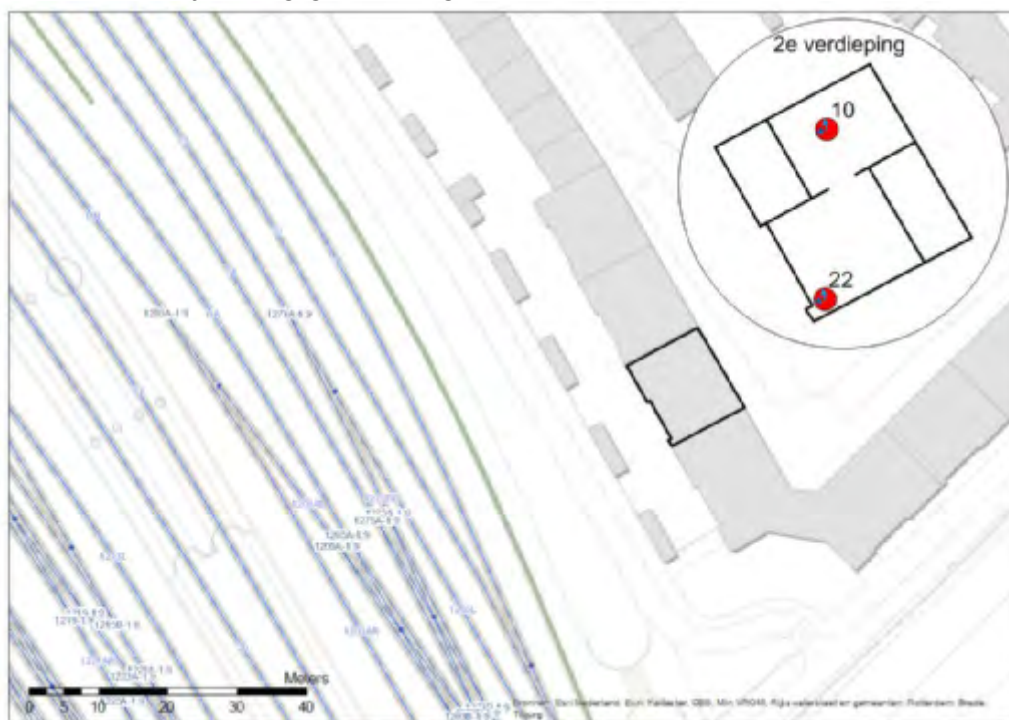
III.41 Wolfstraat 100

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 41.

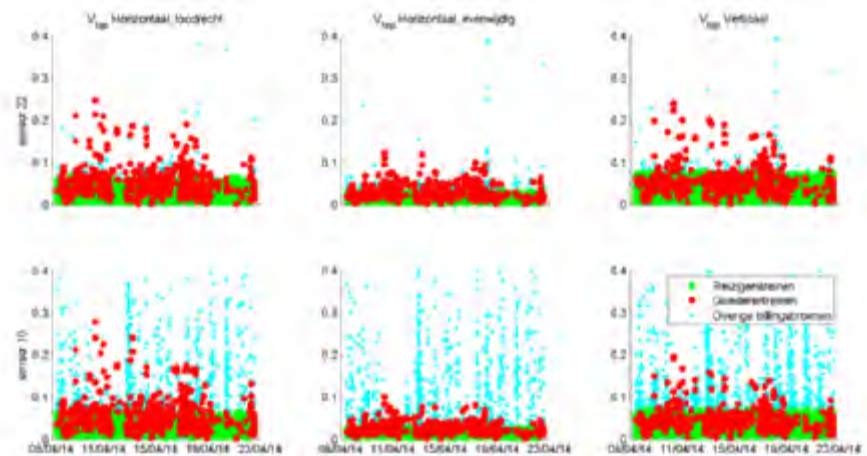
Tabel III - 41 *Gegevens meting Wolfstraat 100*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	P. Bouwma
3	Tijdperiode meting	08 april 2014 09:40 tot 22 april 2014 14:42
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 209
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 209
9	Gebruikte meetopnemers	Twée 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 210
11	Motivatíe classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 209, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 210.

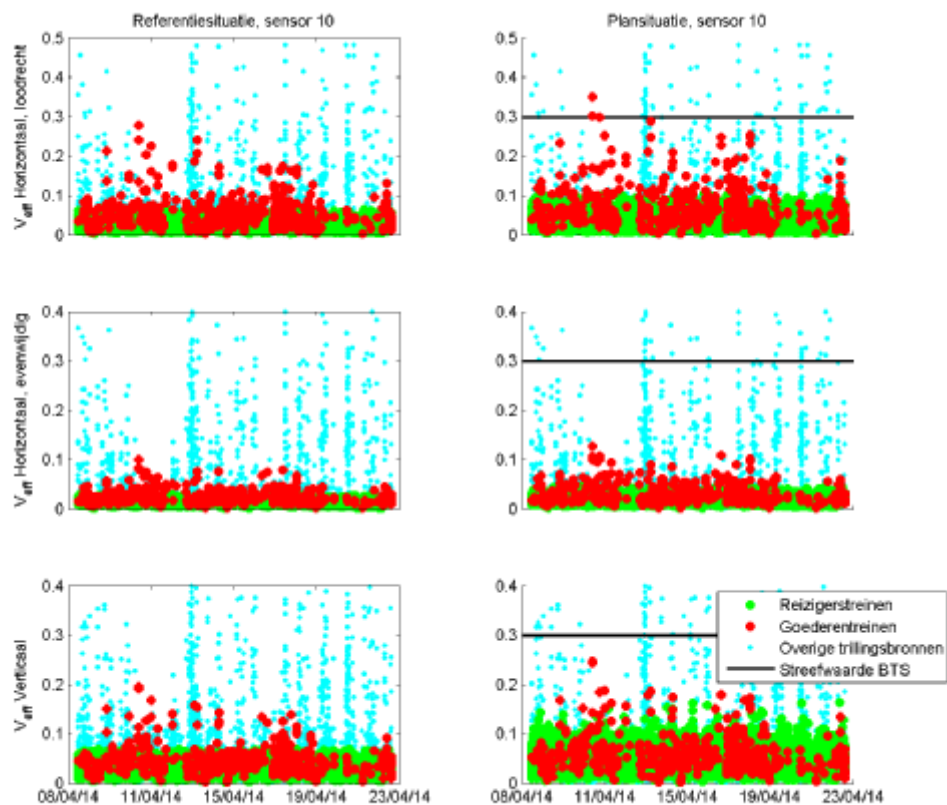


Figuur III - 209 *Opstelling sensoren Wolfstraat 100*

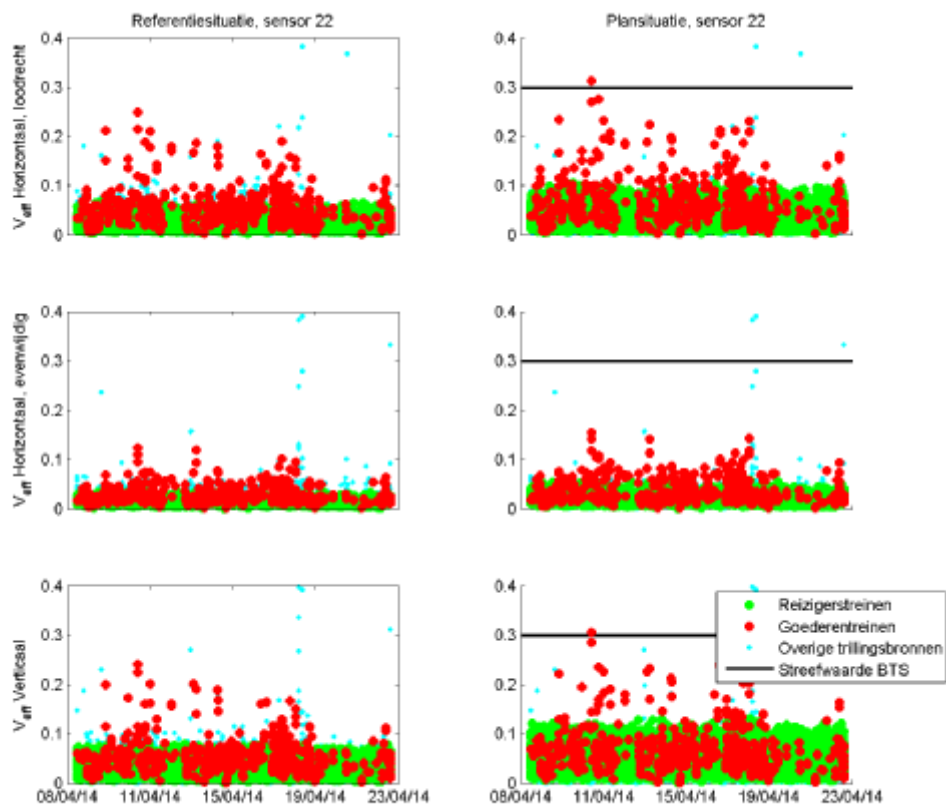


Figuur III - 210 Meetresultaten Wolfstraat 100

In Figuur III - 211 en Figuur III - 212 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

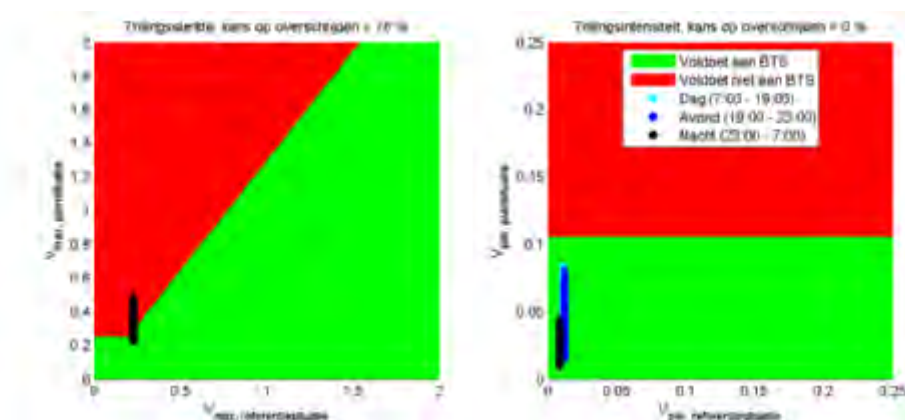


Figuur III - 211 *Resultaten sensor 10*



Figuur III - 212 Resultaten sensor 22

In Figuur III - 213 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er een vrij grote kans op een overschrijding is.



Figuur III - 213 Kans op overschrijden voor Wolfstraat 100 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

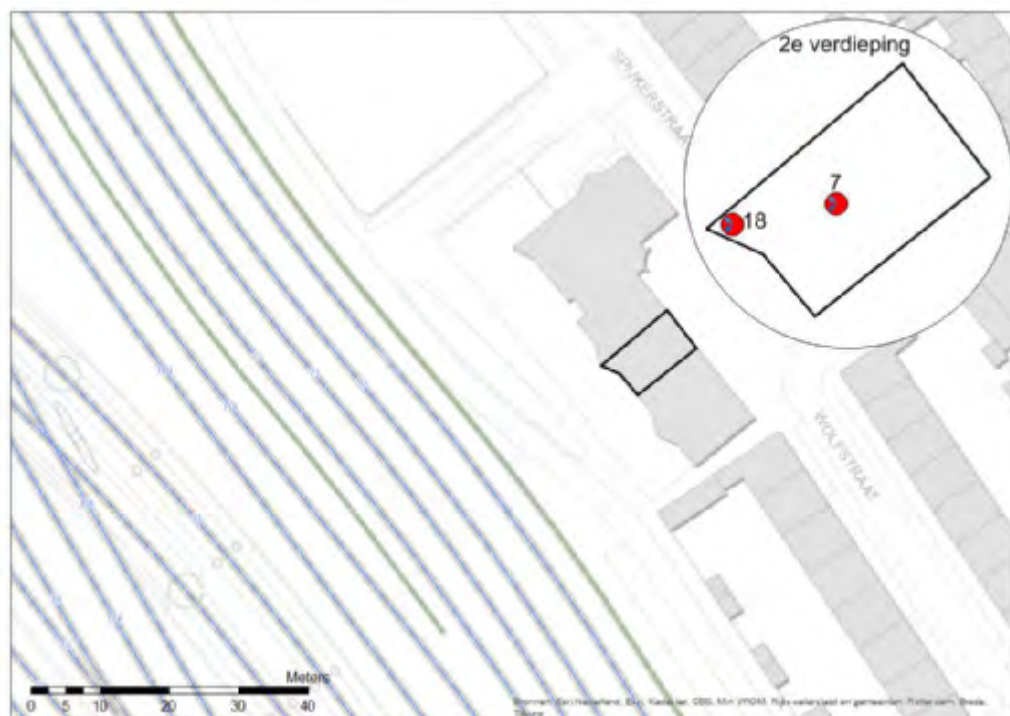
III.42 Spijkerstraat 26

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 42 .

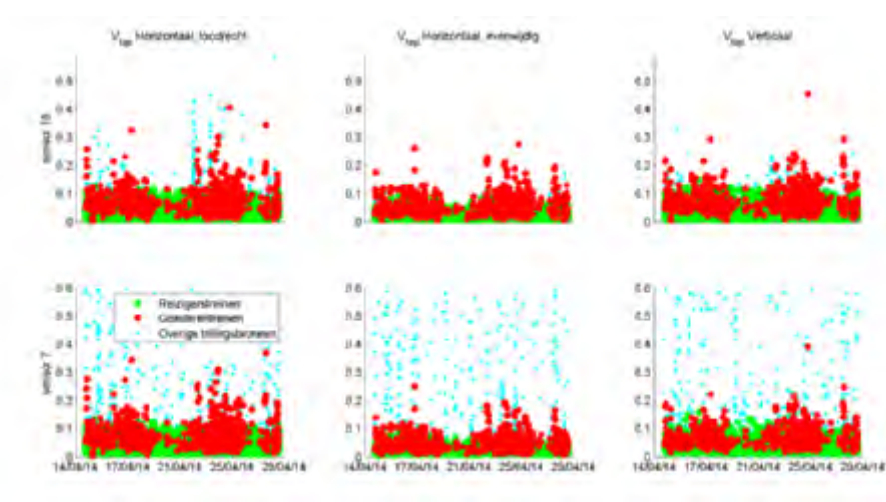
Tabel III - 42 *Gegevens meting Spijkerstraat 26*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van de Broek
3	Tijdspanne meting	18 maart 2014 18:22 tot 21 maart 2014 07:48 14 april 2014 17:41 tot 28 april 2014 16:19
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Appartementencomplex, tweedeverdieping. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 214
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 214
9	Gebruikte meetopnemers	Twee 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 215
11	Motivatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 214, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 215.

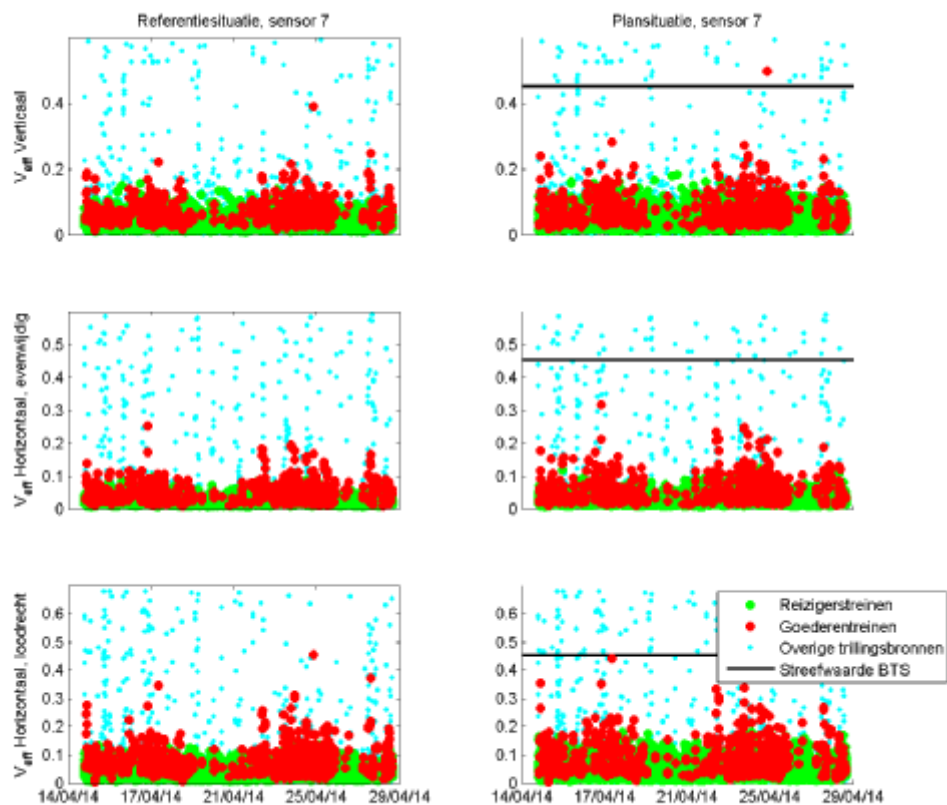


Figuur III - 214 Opstelling sensoren Spijkerstraat 26

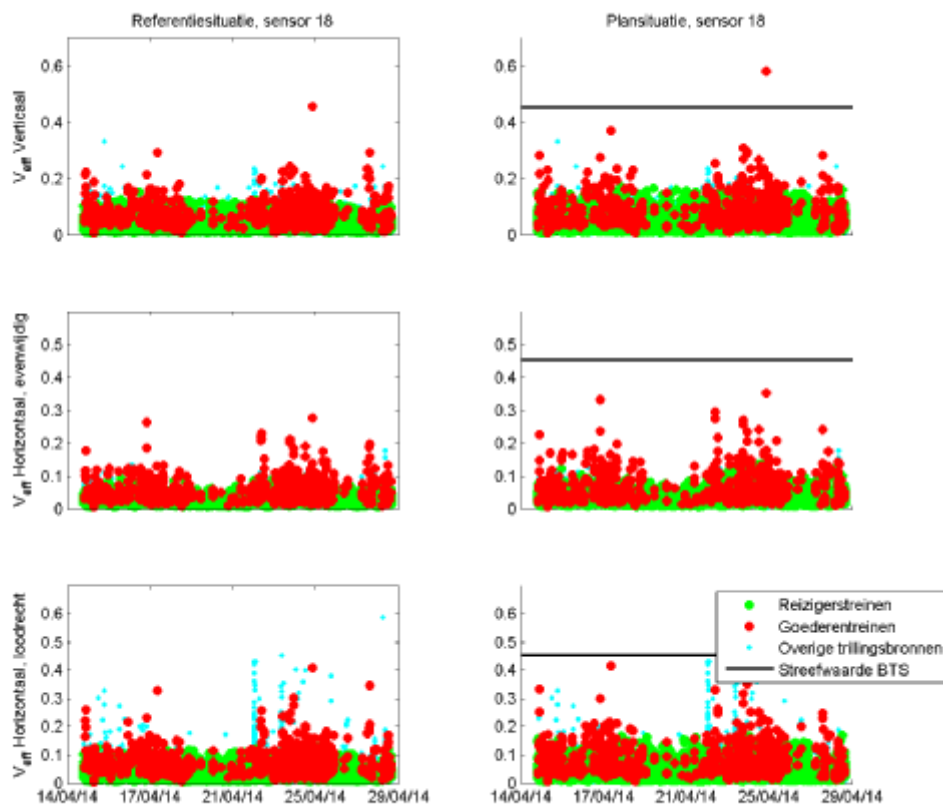


Figuur III - 215 Meetresultaten Spijkerstraat 26

In Figuur III - 216 en Figuur III - 217 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

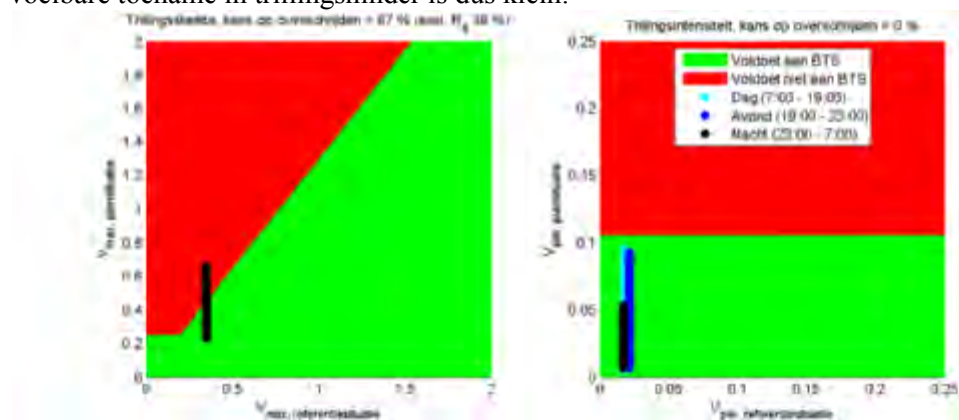


Figuur III - 216 Resultaten sensor 7



Figuur III - 217 Resultaten sensor 18

In Figuur III - 218 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er geen kans op een overschrijding beperkt is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echter vrij klein. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus klein.



Figuur III - 218 Kans op overschrijden voor Spijkerstraat 26 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.43 Turfstraat 39

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 43.

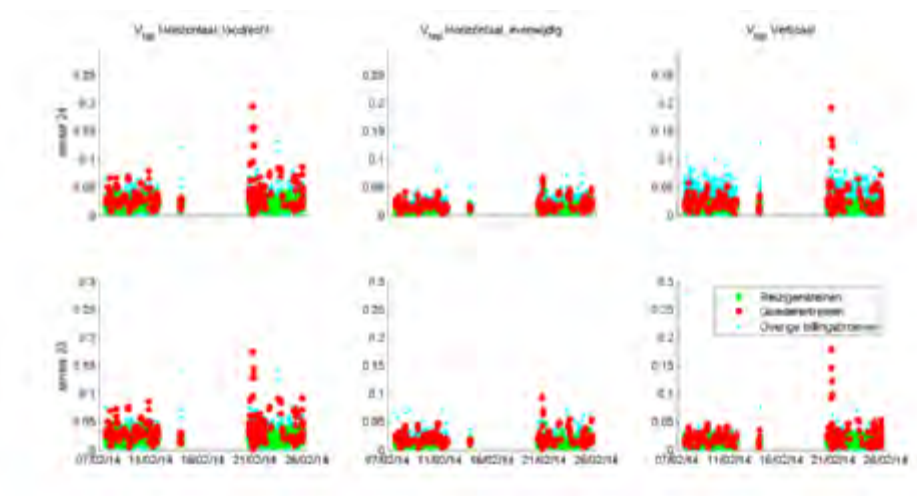
Tabel III - 43 *Gegevens meting Turfstraat 39*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van de Broek
3	Tijdsperiode meting	7 februari 2014 17:26 tot 25 februari 2014 15:57
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Appartementencomplex, eerste verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 219
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 219
9	Gebruikte meetopnemers	Twée 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 220
11	Motivatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 219, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 220.

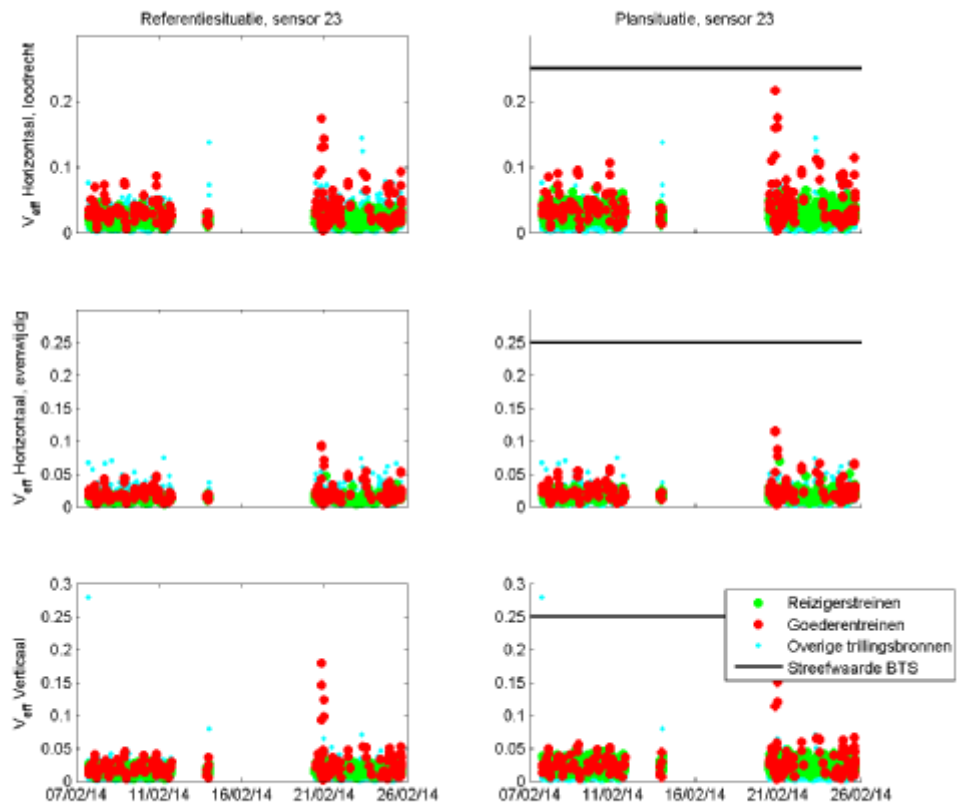


Figuur III - 219 *Opstelling sensoren Turfstraat 39*

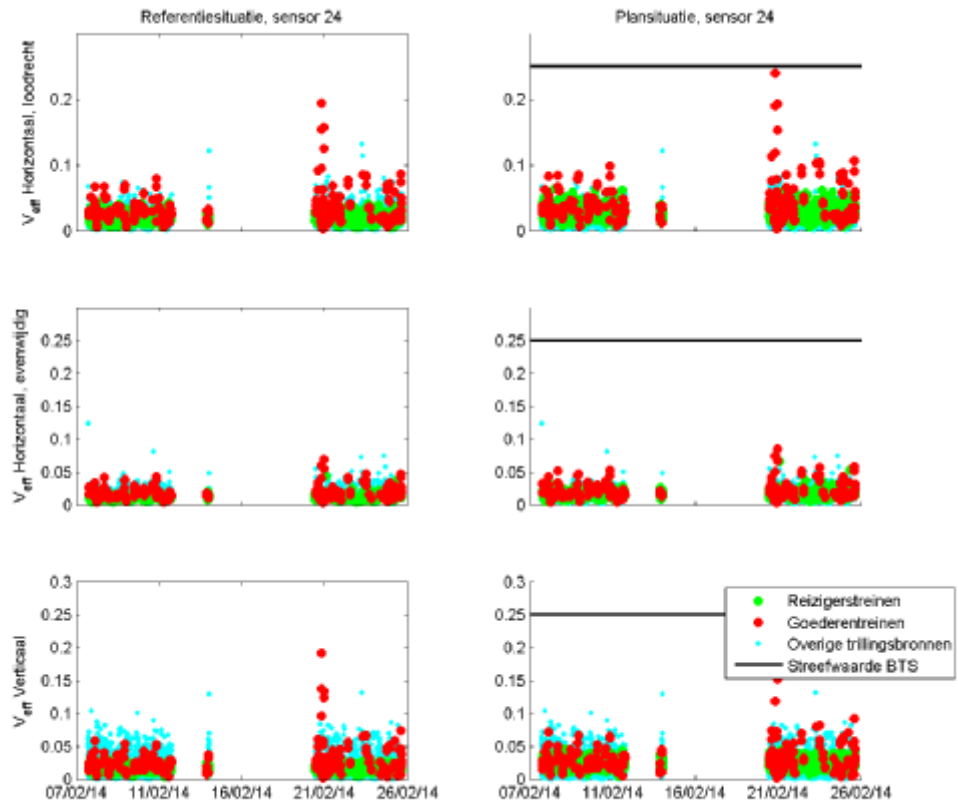


Figuur III - 220 Meetresultaten Turfstraat 39

In Figuur III - 211 en Figuur III - 212 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

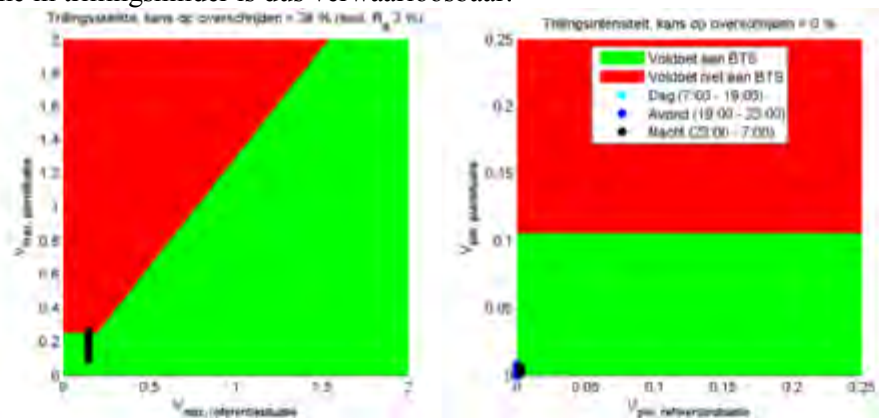


Figuur III - 221 Resultaten sensor 23



Figuur III - 222 Resultaten sensor 24

In Figuur III - 223 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding klein is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echter zeer klein. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus verwaarloosbaar.



Figuur III - 223 Kans op overschrijden voor Turfstraat 39 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.44 Nieuwe Pijlsweerdstraat 23

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 44.

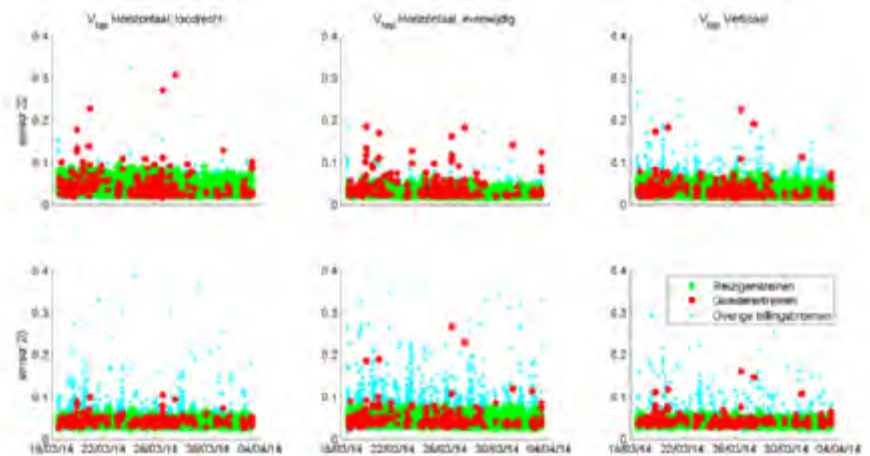
Tabel III - 44 *Gegevens meting Nieuwe Pijlsweerd 23*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van de Broek
3	Tijdsperiode meting	18 maart 2014 14:08 tot 3 april 2014 09:48
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 224
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 224
9	Gebruikte meetopnemers	Twee 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 225
11	Motivatief classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 224, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 225.

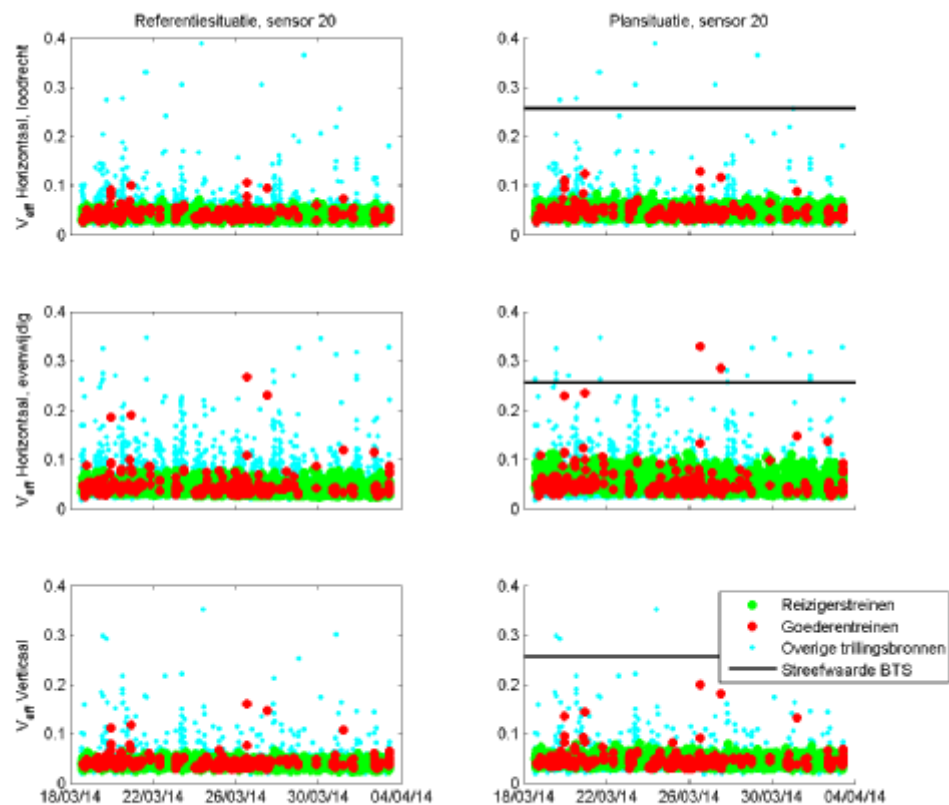


Figuur III - 224 *Opstelling sensoren Nieuwe Pijlsweerdstraat 23*

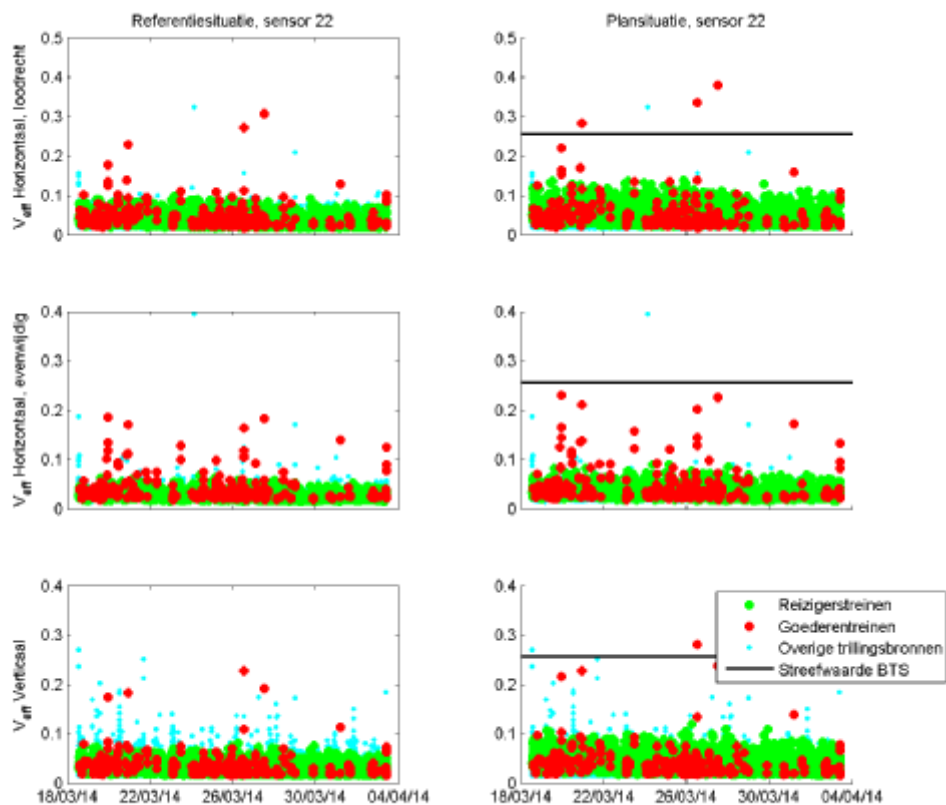


Figuur III - 225 Meetresultaten Nieuwe Pijlsweerdstraat 23

In Figuur III - 226 en Figuur III - 227 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

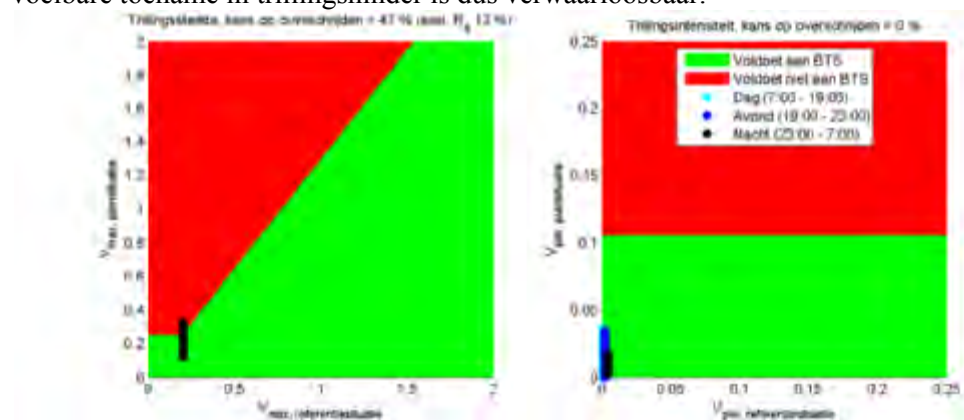


Figuur III - 226 Resultaten sensor 20



Figuur III - 227 Resultaten sensor 22

In Figuur III - 228 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er een beperkte kans op een overschrijding is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echter zeer klein. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus verwaarloosbaar.



Figuur III - 228 Kans op overschrijden voor Nieuwe Pijlswaardstraat 23 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.45 Nieuwe Pijlsweerdstraat 63

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 45.

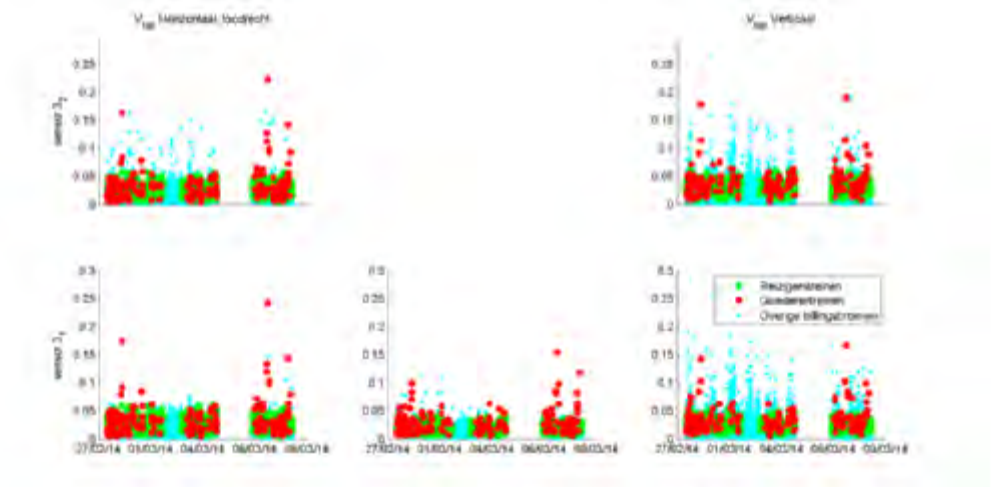
Tabel III - 45 *Gegevens meting Nieuwe Pijlsweerd 63*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van de Broek
3	Tijdperiode meting	27 februari 2014 09:55 tot 8 maart 2014 07:40
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 229
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 229
9	Gebruikte meetopnemers	Een 3D-geofoon en een 2D-geofoon
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 230
11	Motivatatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 229, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 230.

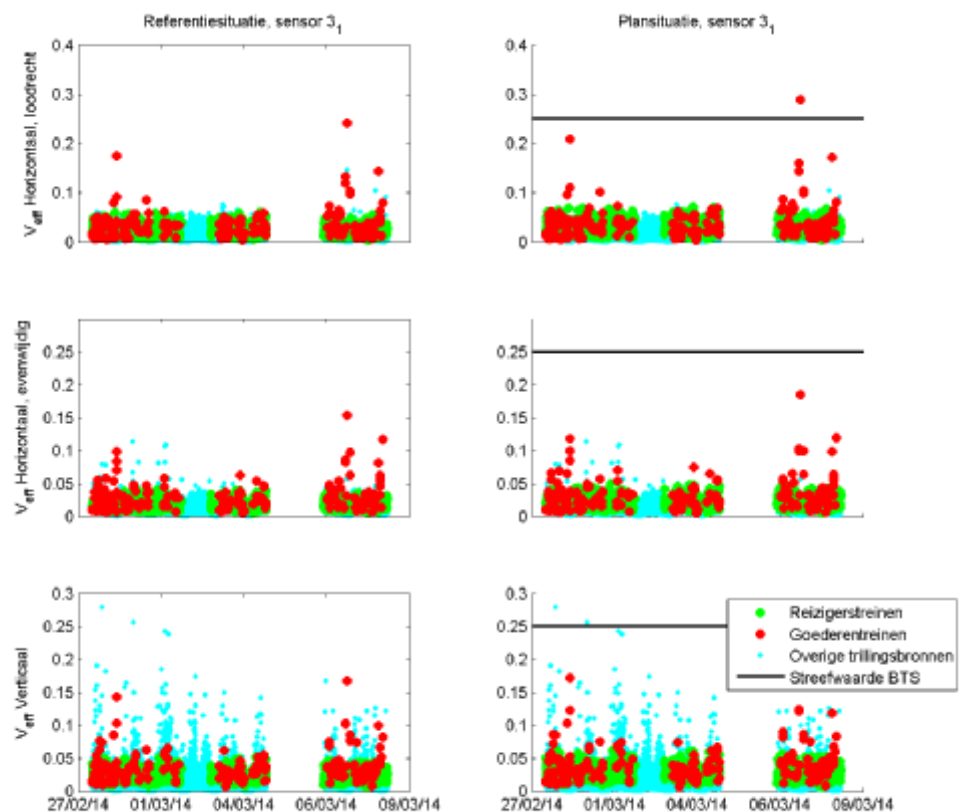


Figuur III - 229 *Opstelling sensoren Nieuwe Pijlsweerdstraat 63*

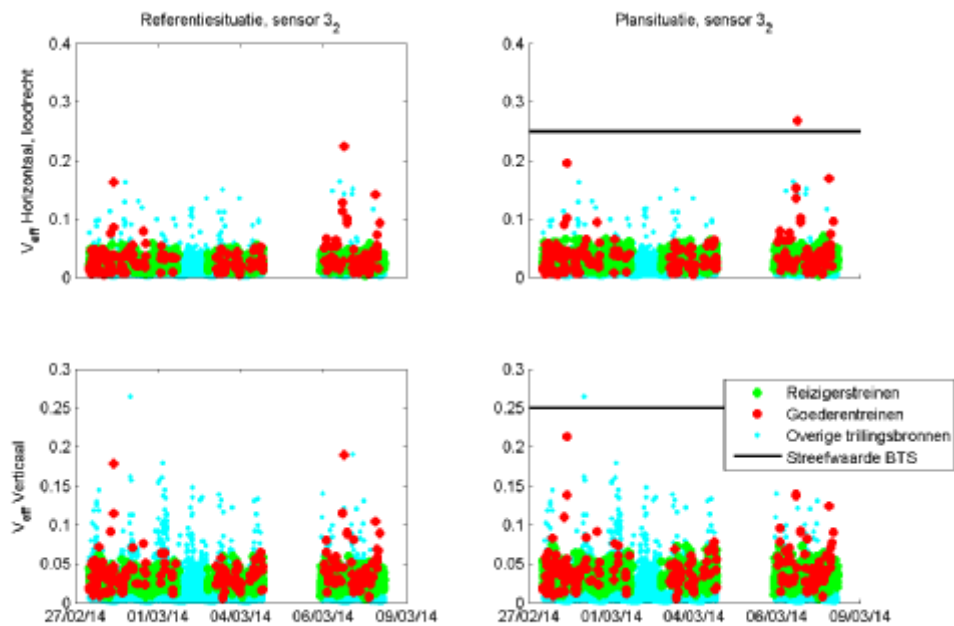


Figuur III - 230 Meetresultaten Nieuwe Pijlsweerdstraat 63

In Figuur III - 231 en Figuur III - 232 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

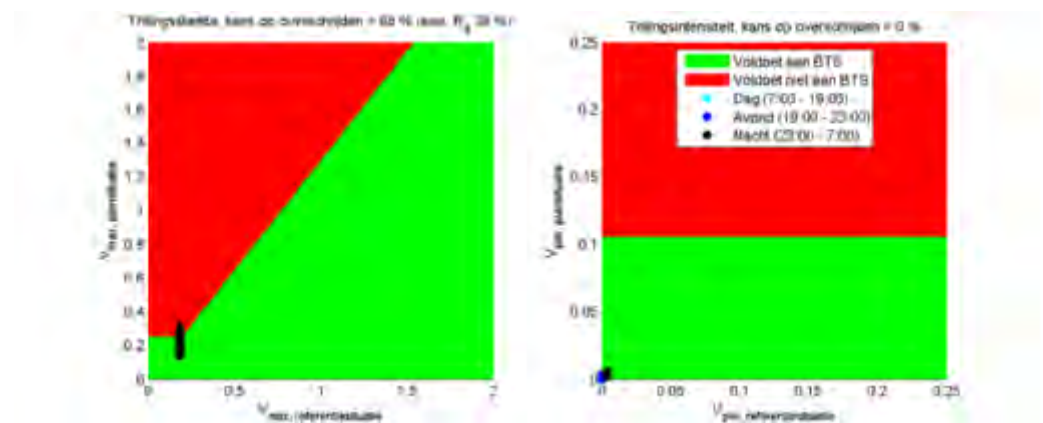


Figuur III - 231 Resultaten sensor 3_1



Figuur III - 232 Resultaten sensor 3_2

In Figuur III - 233 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding vrij groot is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echter klein. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus zeer beperkt.



Figuur III - 233 Kans op overschrijden voor Nieuwe Pijlsweerdstraat 63 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.46 Nieuwe Pijlsweerdstraat 83

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 46.

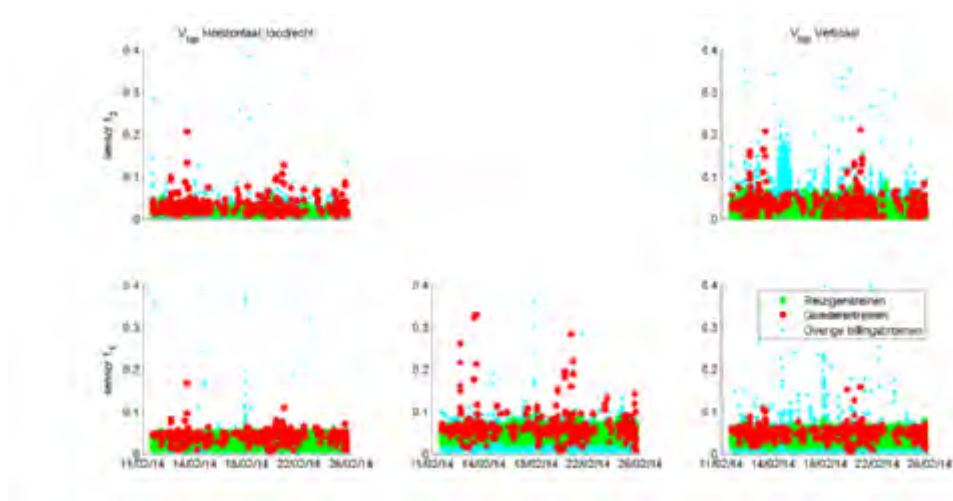
Tabel III - 46 *Gegevens meting Nieuwe Pijlsweerd 83*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. Knuppe</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>11 februari 2014 17:40 tot 25 februari 2014 17:54</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Appartementencomplex, tweed verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 234</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 234</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Een 3D-geofoon en een 2D-geofoon</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 5 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III - 235</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 234, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 235.

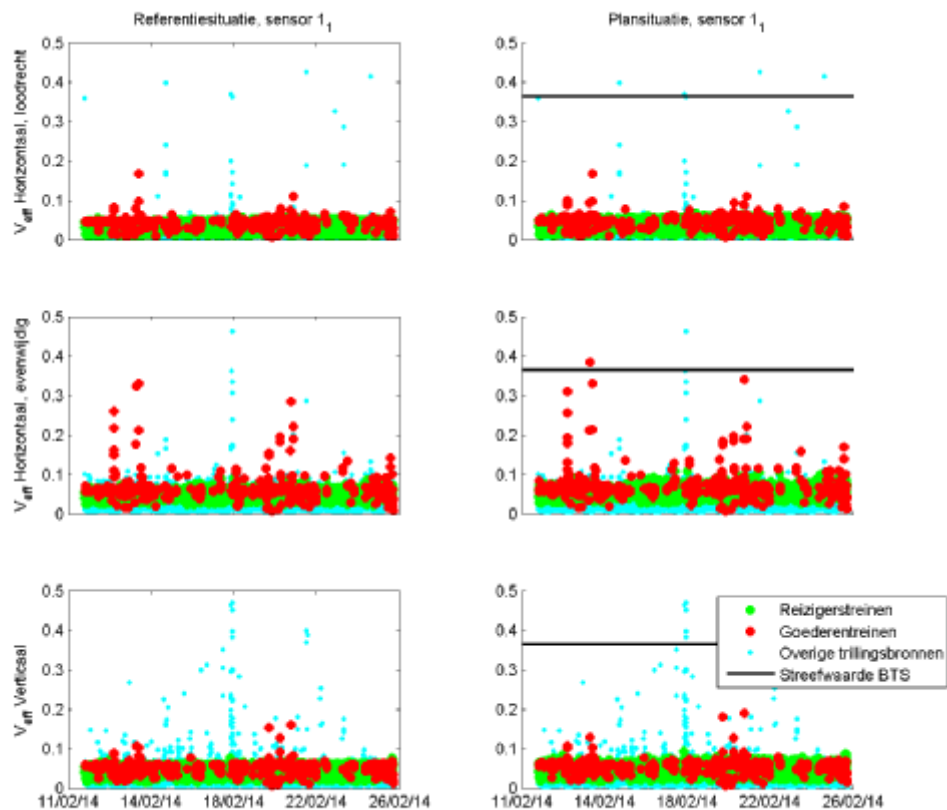


Figuur III - 234 Opstelling sensoren Nieuwe Pijlswaardstraat 83

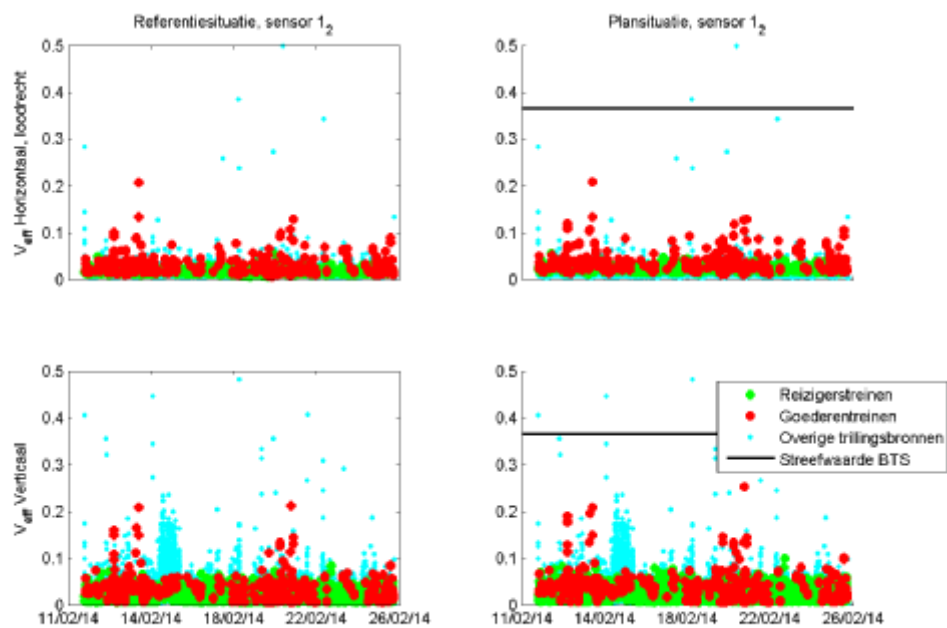


Figuur III - 235 Meetresultaten Nieuwe Pijlswaardstraat 83

In Figuur III - 236 en Figuur III - 237 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

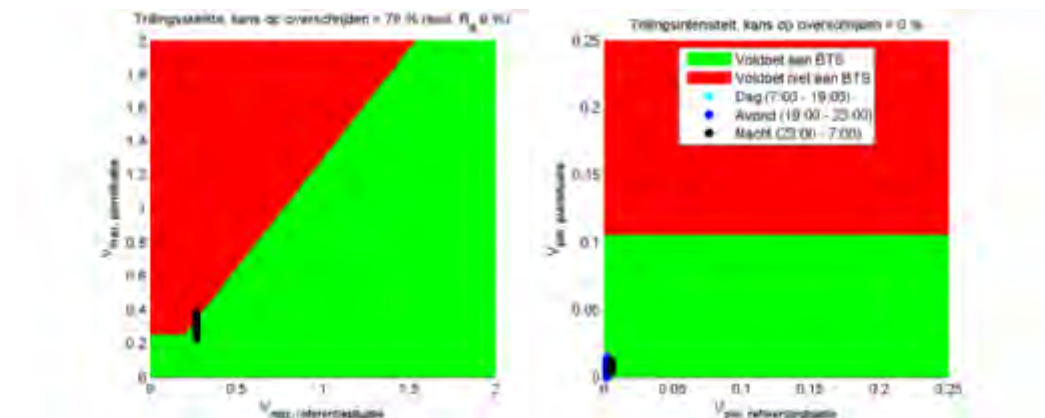


Figuur III - 236 Resultaten sensor 1_1



Figuur III - 237 Resultaten sensor 1_2

In Figuur III - 238 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding vrij groot is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echter zeer klein. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus verwaarloosbaar.



Figuur III - 238 Kans op overschrijden voor Nieuwe Pijlsweerdstraat 83 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.47 Oudenoord 700

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 47.

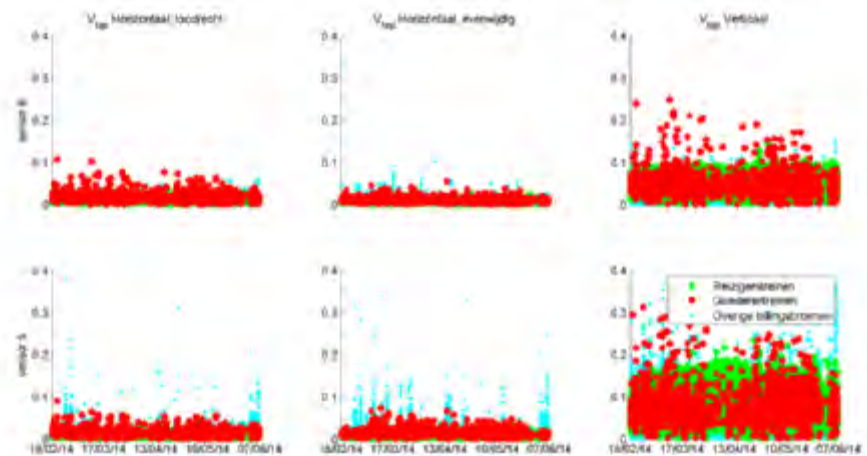
Tabel III - 47 *Gegevens meting Oudenoord 700*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van de Broek
3	Tijdsperiode meting	18 februari 2014 09:40 tot 16 juni 2014 11:31
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Onderwijsgebouw, eerste verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 239
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 239
9	Gebruikte meetopnemers	Twée 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 240
11	Motivatíe classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 239, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 240.

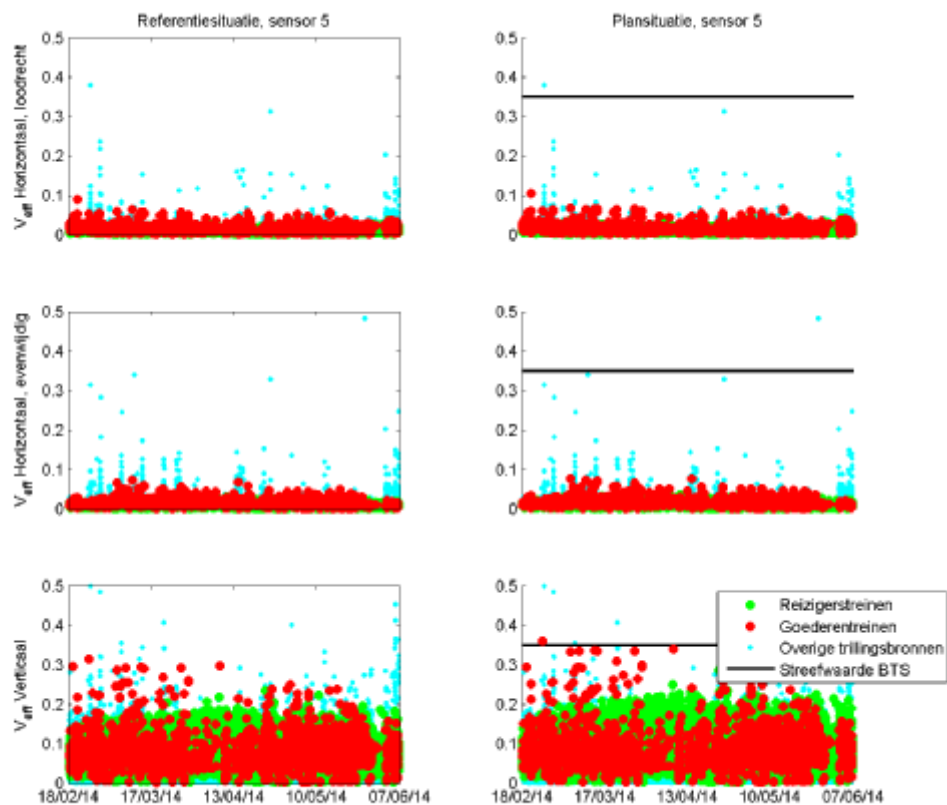


Figuur III - 239 *Opstelling sensoren Oudenoord 700*

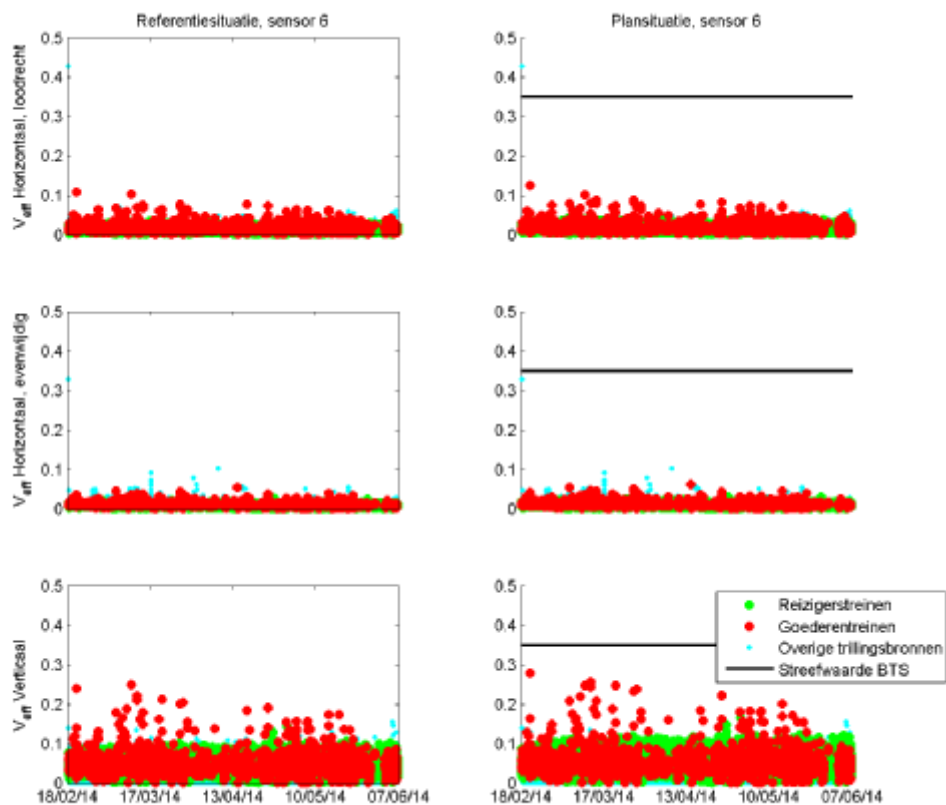


Figuur III - 240 Meetresultaten Oudenoord 700

In Figuur III - 241 en Figuur III - 242 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

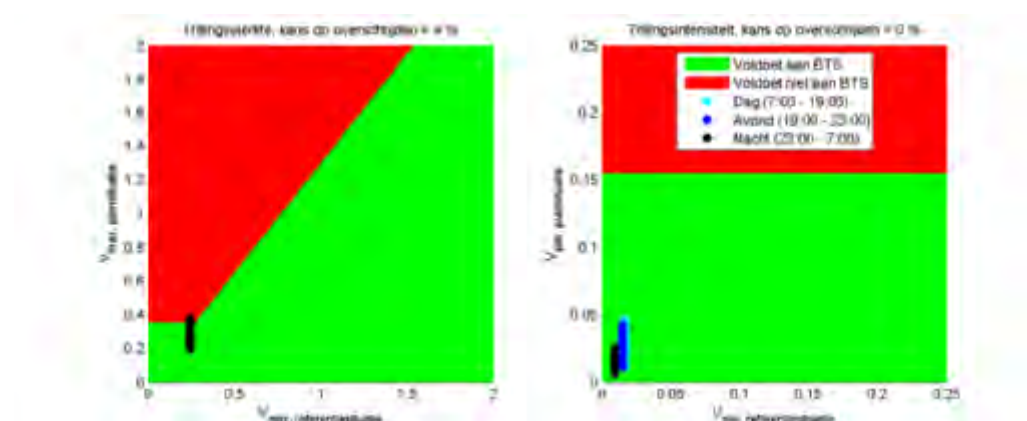


Figuur III - 241 Resultaten sensor 5



Figuur III - 242 Resultaten sensor 6

In Figuur III - 243 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding verwaarloosbaar is.



Figuur III - 243 Kans op overschrijden voor Oudenoord 700 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.48 Leliestraat 55

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 48.

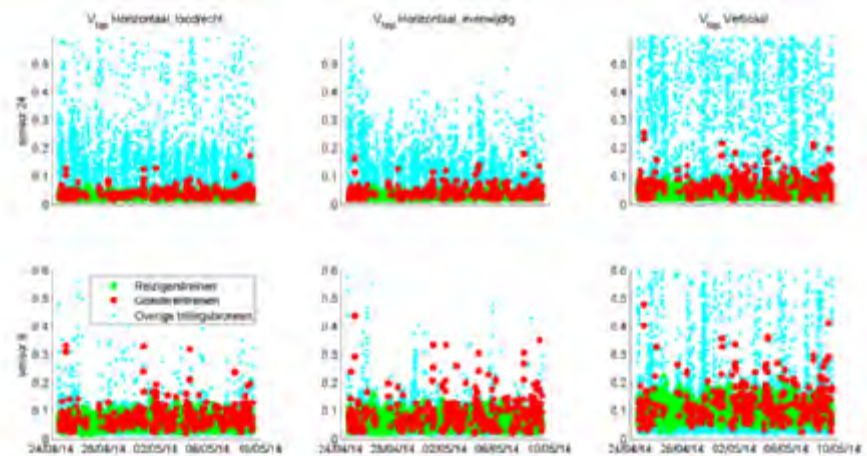
Tabel III - 48 Gegevens meting Leliestraat 55

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	M. van Riel
3	Tijdsperiode meting	24 april 2014 14:14 tot 9 mei 2014 11:30
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Woonhuis. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 244
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 244
9	Gebruikte meetopnemers	Twée 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 245
11	Motivatíe classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 244, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 245.

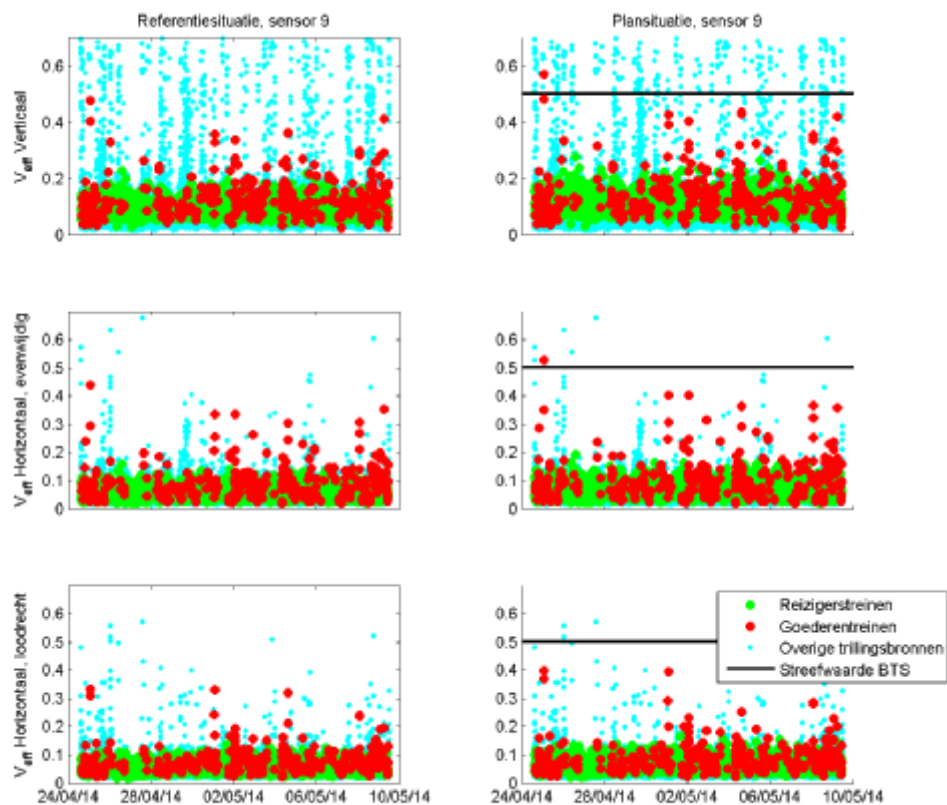


Figuur III - 244 Opstelling sensoren Leliestraat 55

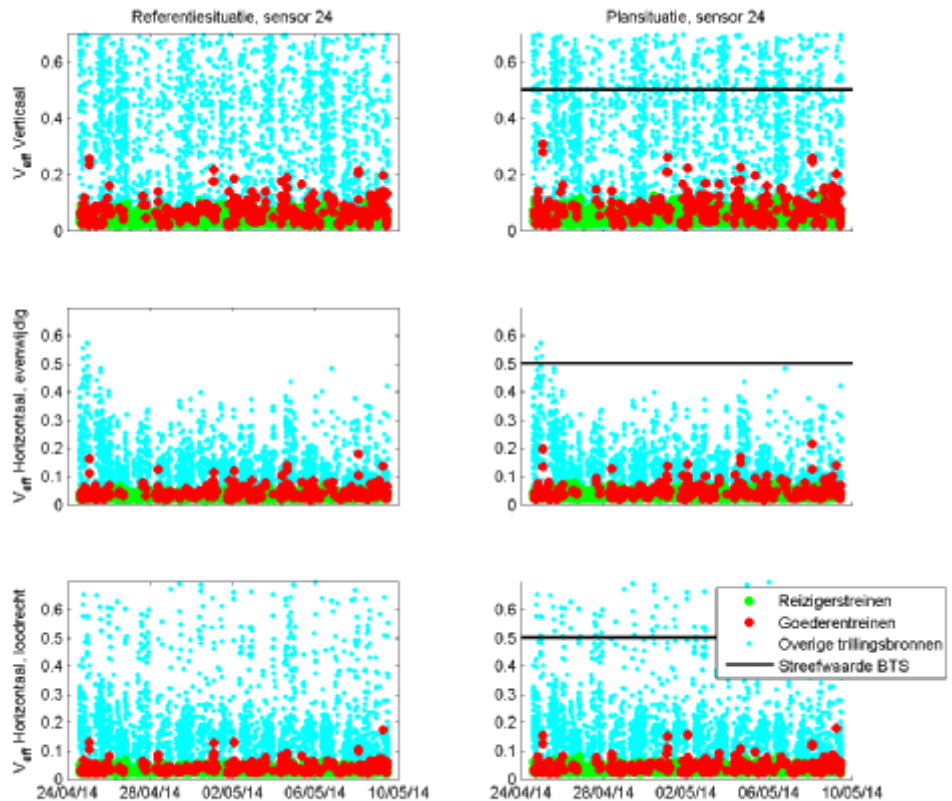


Figuur III - 245 Meetresultaten Leliestraat 55

In Figuur III - 246 en Figuur III - 247 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

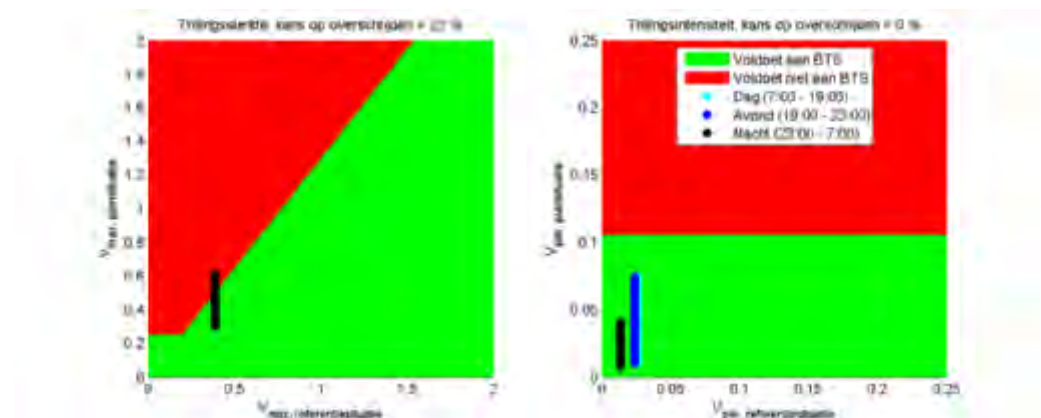


Figuur III - 246 Resultaten sensor 9



Figuur III - 247 Resultaten sensor 24

In Figuur III - 248 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding klein is.



Figuur III - 248 Kans op overschrijden voor Leliestraat 55 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.49 Schutstraat 89

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 49.

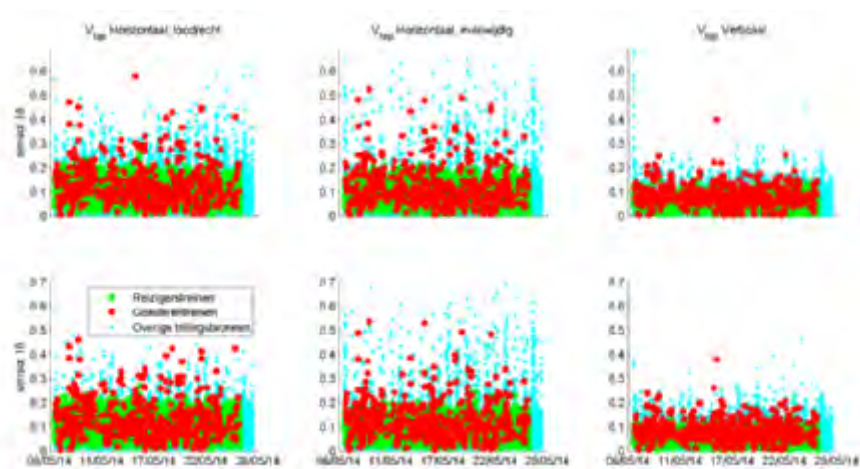
Tabel III - 49 *Gegevens meting Schutstraat 89*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. van de Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>6 mei 2014 15:00 tot 27 mei 2014 10:37</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk/hout.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 249</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 249</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III - 250</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 249, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 250.

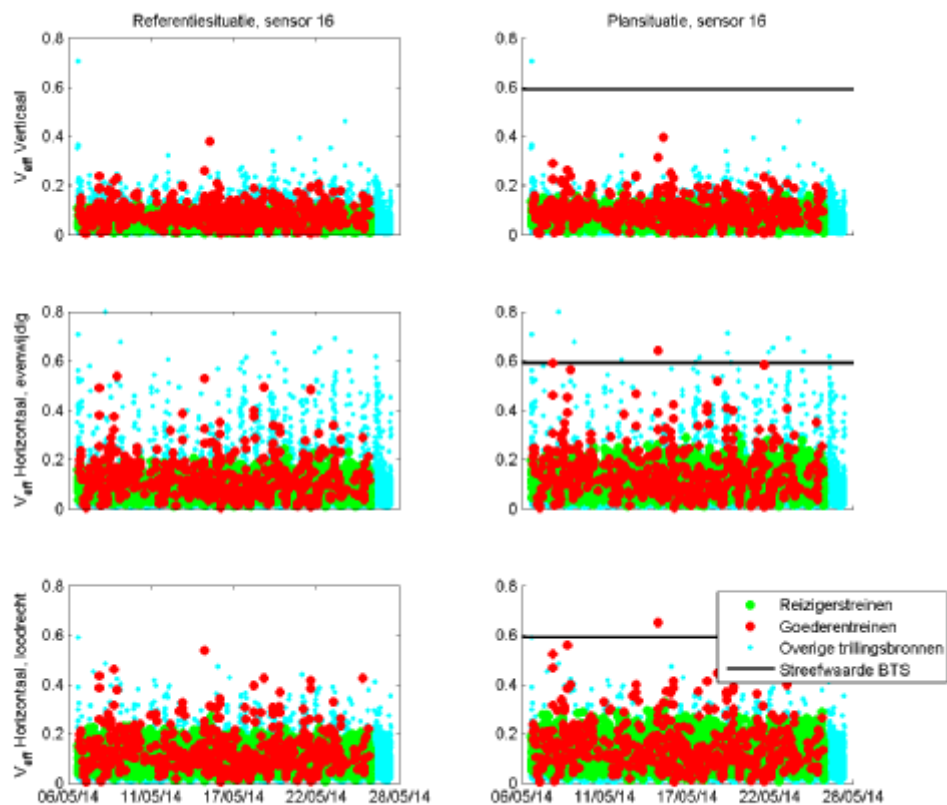


Figuur III - 249 Opstelling sensoren Schutstraat 89

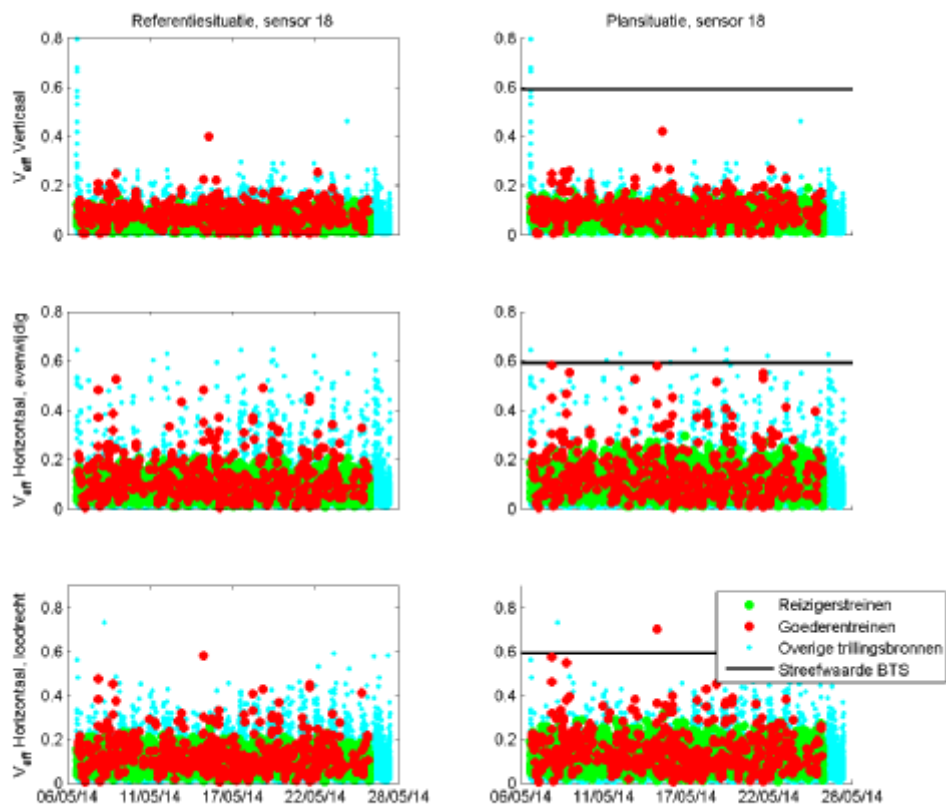


Figuur III - 250 Meetresultaten Schutstraat 89

In Figuur III - 251 en Figuur III - 252 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

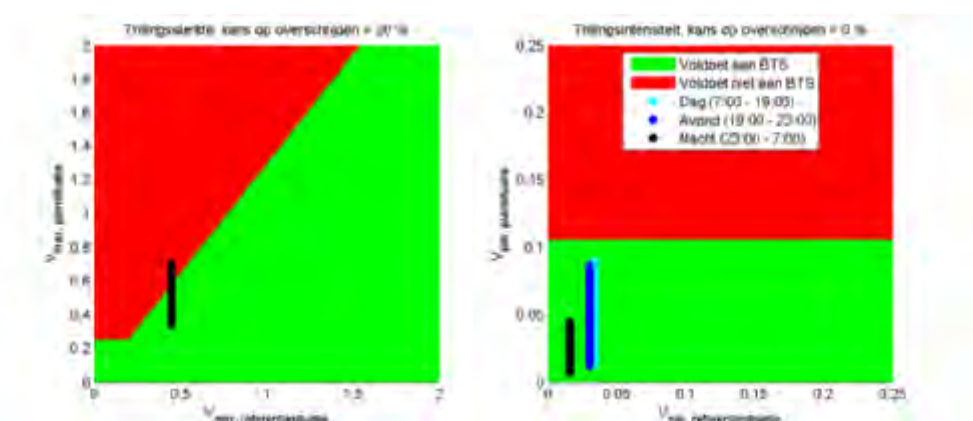


Figuur III - 251 Resultaten sensor 16



Figuur III - 252 Resultaten sensor 18

In Figuur III - 253 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding klein is.



Figuur III - 253 Kans op overschrijden voor Schutstraat 89 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

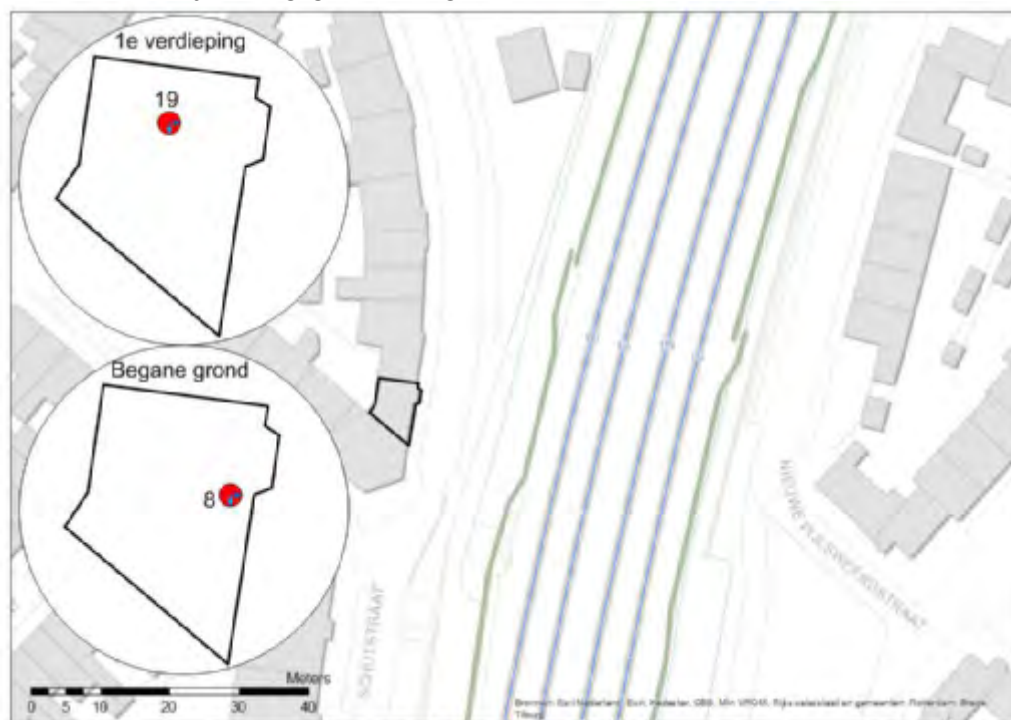
III.50 Schutstraat 64

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 50.

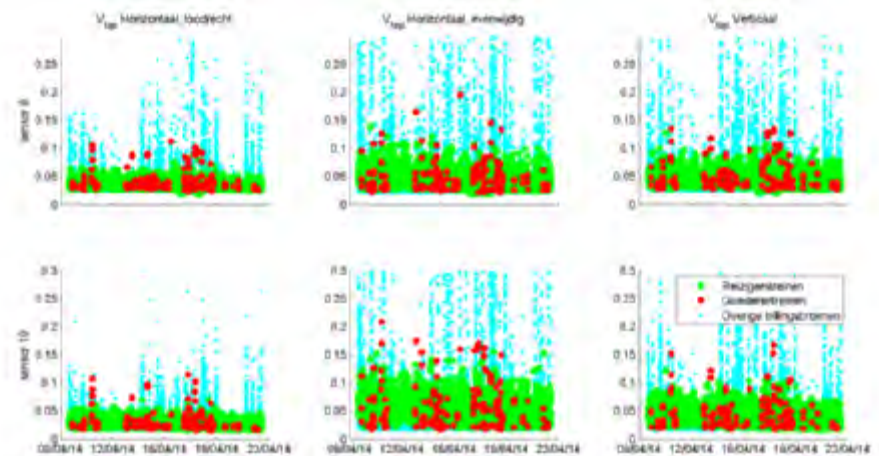
Tabel III - 50 *Gegevens meting Schutstraat 64*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	W. Oskam
3	Tijdperiode meting	09 april 2014 14:25 tot 22 april 2014 12:21
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Woonhuis. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 254
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 254
9	Gebruikte meetopnemers	Twée 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 255
11	Motivatatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 254, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 255.

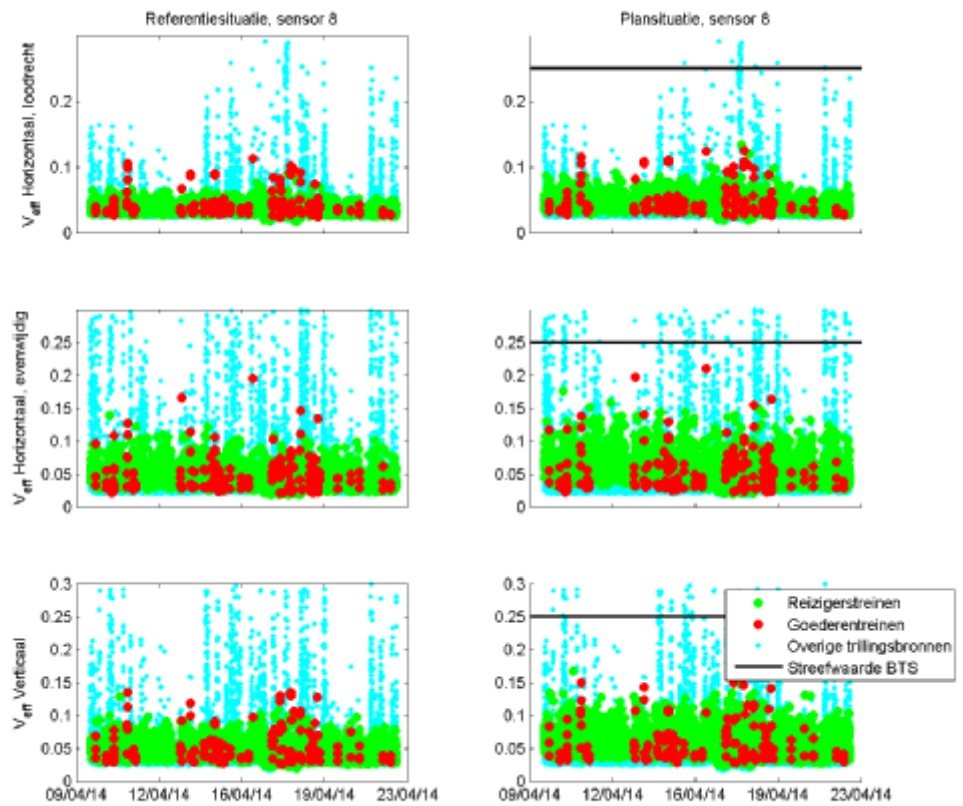


Figuur III - 254 *Opstelling sensoren Schutstraat 64*

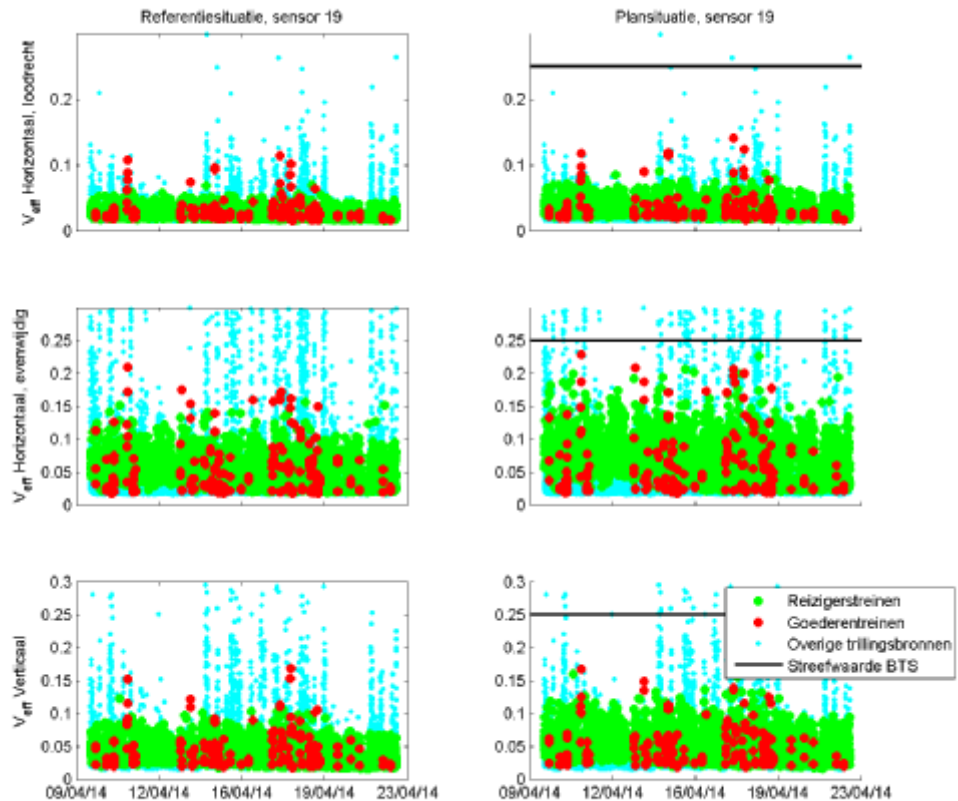


Figuur III - 255 Meetresultaten Schutstraat 64

In Figuur III - 256 en Figuur III - 257 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

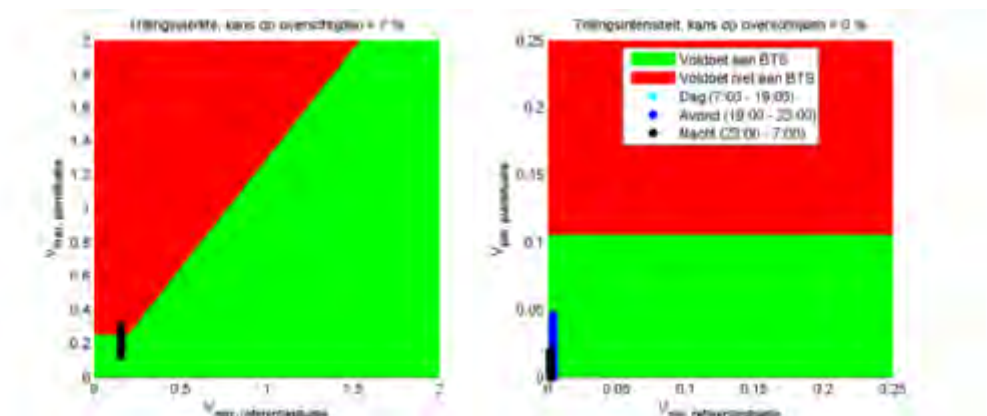


Figuur III - 256 Resultaten sensor 8



Figuur III - 257 Resultaten sensor 19

In Figuur III - 258 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding verwaarloosbaar klein is.



Figuur III - 258 Kans op overschrijden voor Schutstraat 64 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.51 Schutstraat 20

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 51.

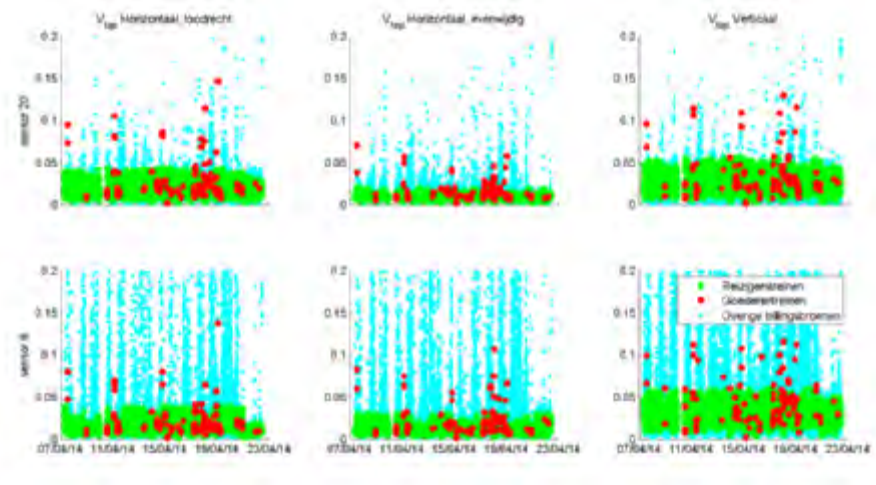
Tabel III - 51 *Gegevens meting Schutstraat 20*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	P. Bouwma
3	Tijdsperiode meting	07 april 2014 09:13 tot 22 april 2014 11:23
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Appartementencomplex, eerste verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in hoofdstuk 4
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 259
9	Gebruikte meetopnemers	Twée 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 260
11	Motivatatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 259, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 260.

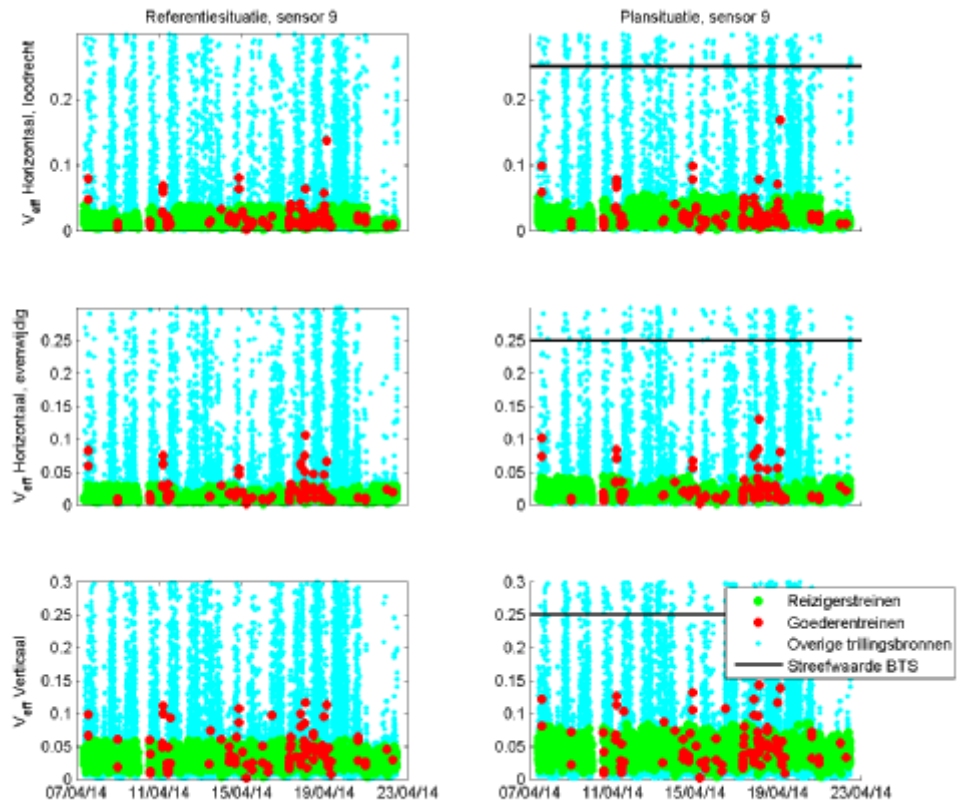


Figuur III - 259 *Opstelling sensoren Schutstraat 20*

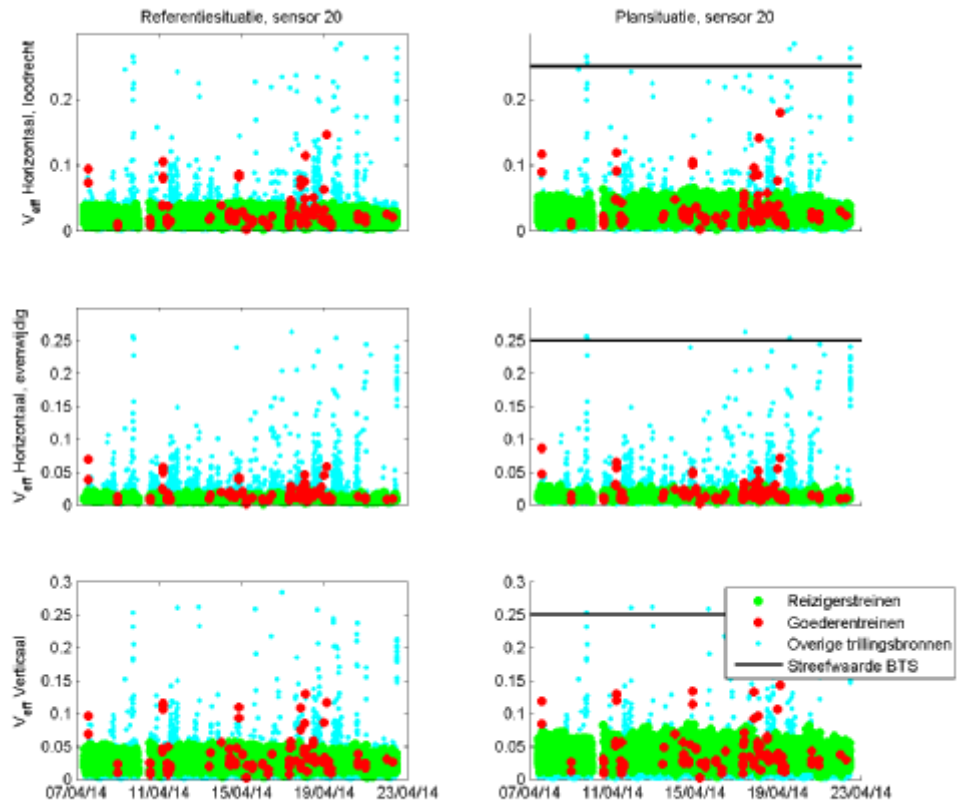


Figuur III - 260 Meet resultaten Schutstraat 20

In Figuur III - 261 en Figuur III - 262 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

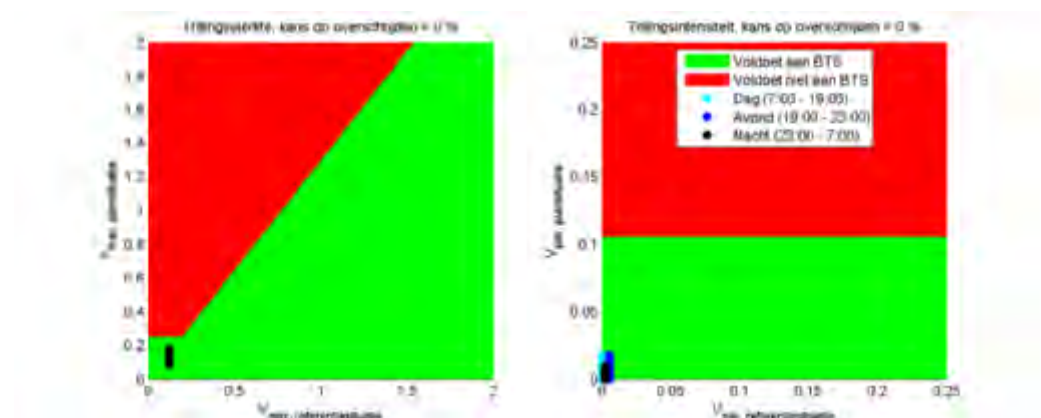


Figuur III - 261 Resultaten sensor 9



Figuur III - 262 Resultaten sensor 20

In Figuur III - 263 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er geen kans op een overschrijding is.



Figuur III - 263 Kans op overschrijden voor Schutstraat 20 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.52 Amsterdamsestraatweg 171C

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 52.

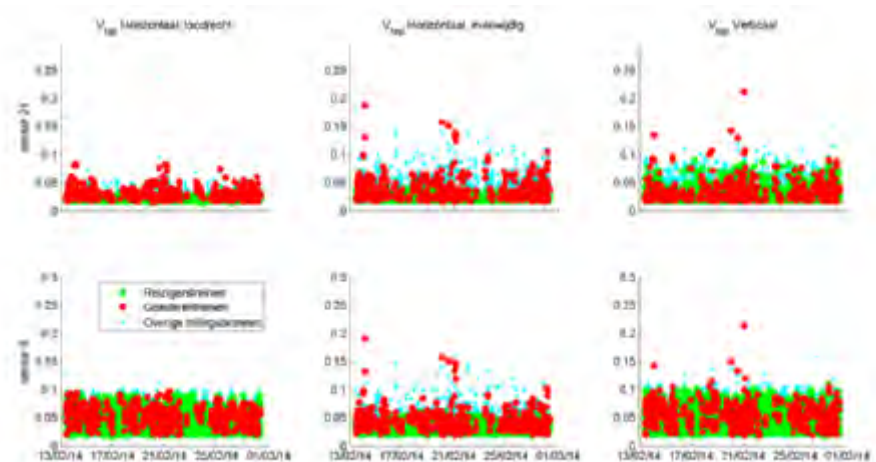
Tabel III - 52 *Gegevens meting Amsterdamsestraatweg 171C*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van de Broek
3	Tijdsperiode meting	13 februari 2014 10:56 tot 28 februari 2014 08:35
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Appartementencomplex, derde verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 264
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 264
9	Gebruikte meetopnemers	Twée 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 265
11	Motivatatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 264, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 265.

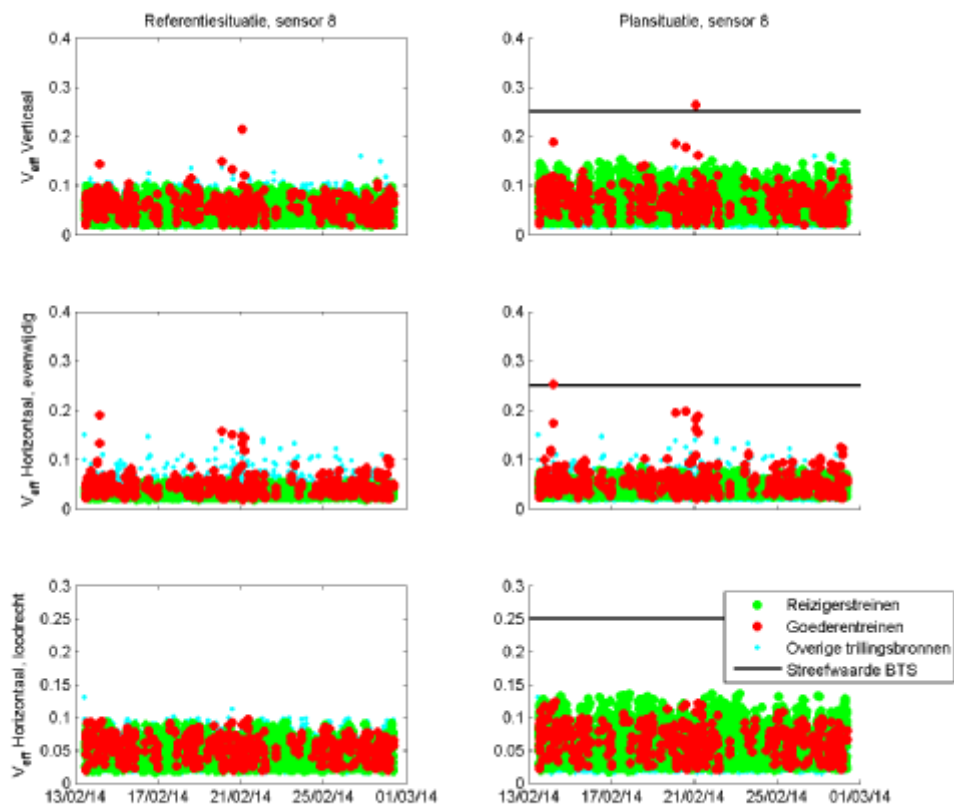


Figuur III - 264 *Opstelling sensoren Amsterdamsestraatweg 171C*

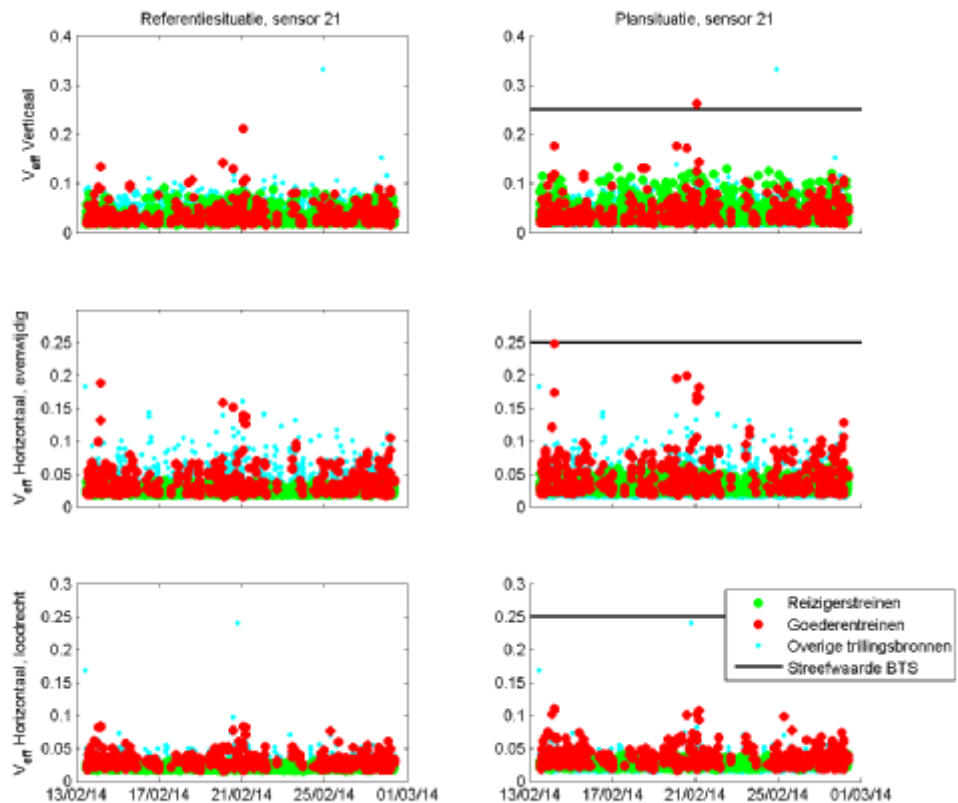


Figuur III - 265 Meetresultaten Amsterdamsestraatweg 171C

In Figuur III - 266 en Figuur III - 267 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen. Het zware wegverkeer op de Amsterdamsestraatweg heeft vergelijkbare trillingssterktes als reizigerstreinen.

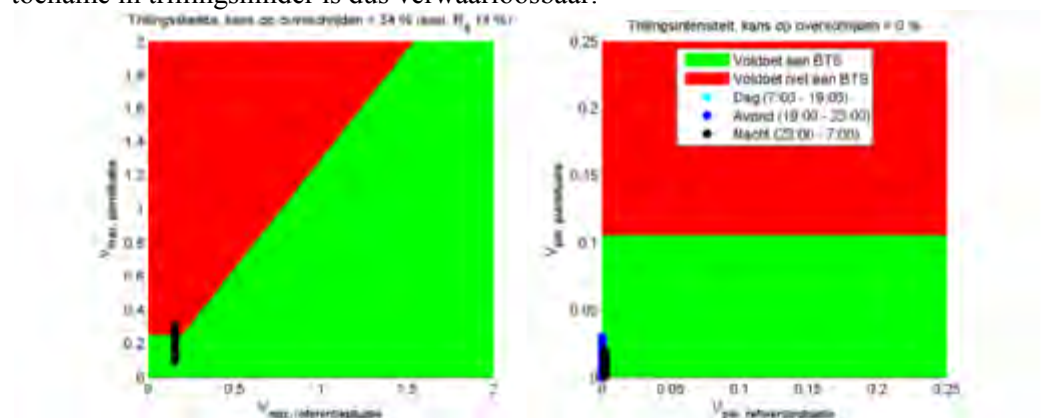


Figuur III - 266 Resultaten sensor 8



Figuur III - 267 Resultaten sensor 21

In Figuur III - 268 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding klein is. Wanneer de statistische correctie voor de variatie in trillingssterkte (R_Q) uit de naverwerkingsmethode van Level Acoustics niet wordt toegepast, is de kans op een overschrijding echter zeer klein. De kans op een voelbare toename in trillingshinder is dus verwaarloosbaar.



Figuur III - 268 Kans op overschrijden voor Amsterdamsestraatweg 171C van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.53 Dijkstraat 20

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 53.

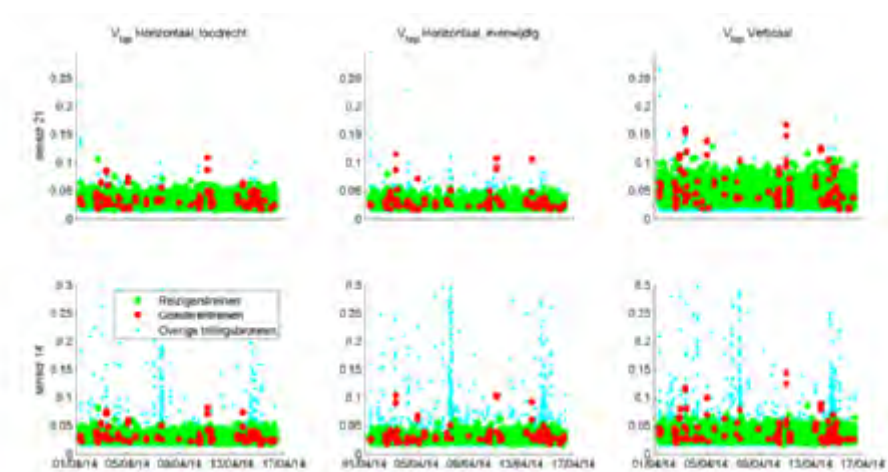
Tabel III - 53 *Gegevens meting Dijkstraat 20*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>J. van de Broek</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>1 april 2014 09:35 tot 16 april 2014 08:41</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 269</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 269</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III - 270</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 269, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 270.

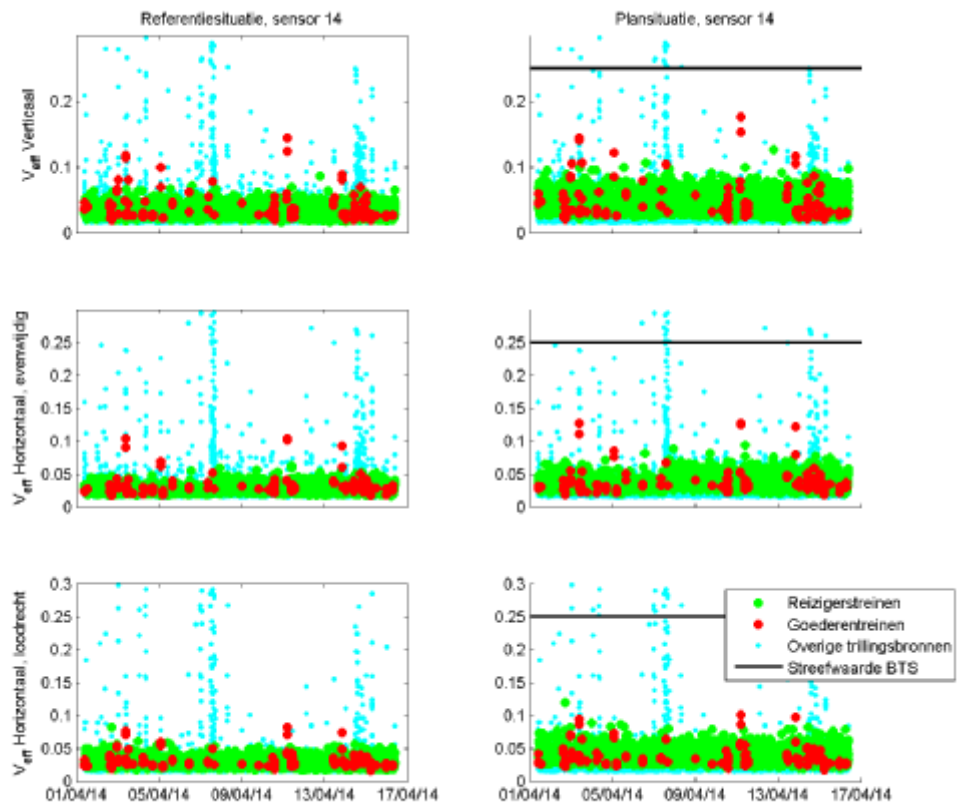


Figuur III - 269 Opstelling sensoren Dijkstraat 20

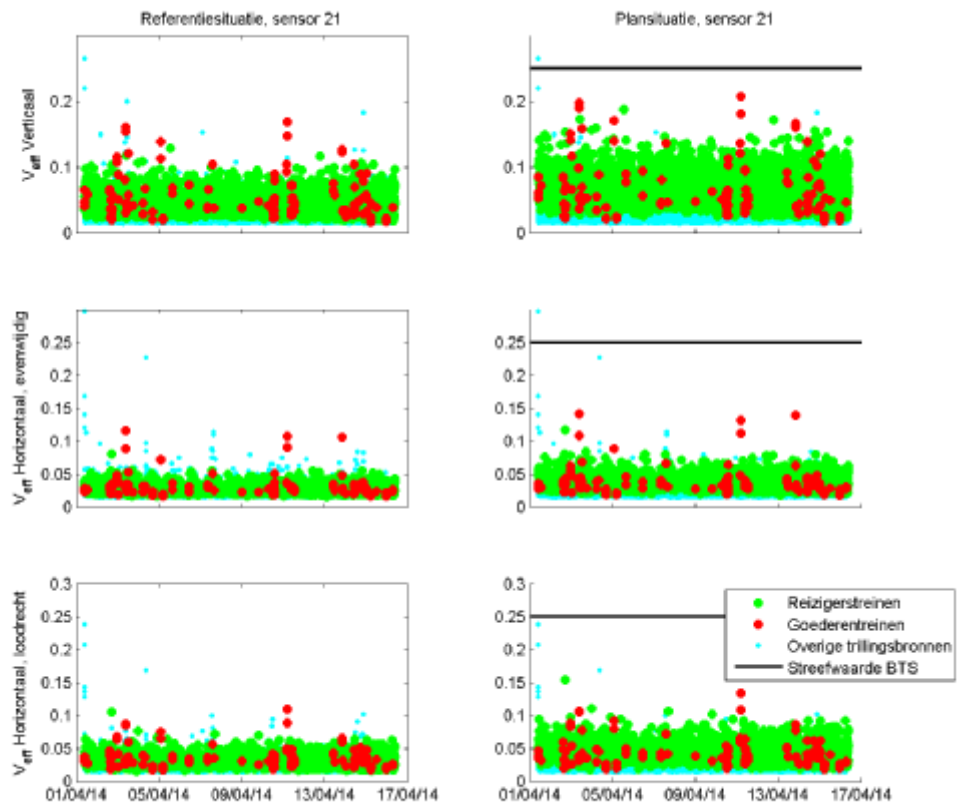


Figuur III - 270 Meetresultaten Dijkstraat 20

In Figuur III - 271 en Figuur III - 272 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

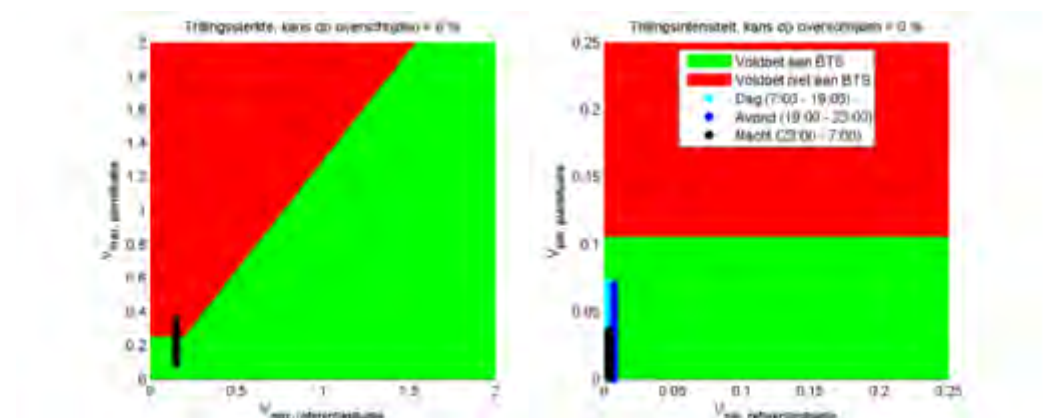


Figuur III - 271 Resultaten sensor 14



Figuur III - 272 Resultaten sensor 21

In Figuur III - 273 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding verwaarloosbaar klein is.



Figuur III - 273 Kans op overschrijden voor Dijkstraat 20 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

III.54 Concordiastraat 67

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 54.

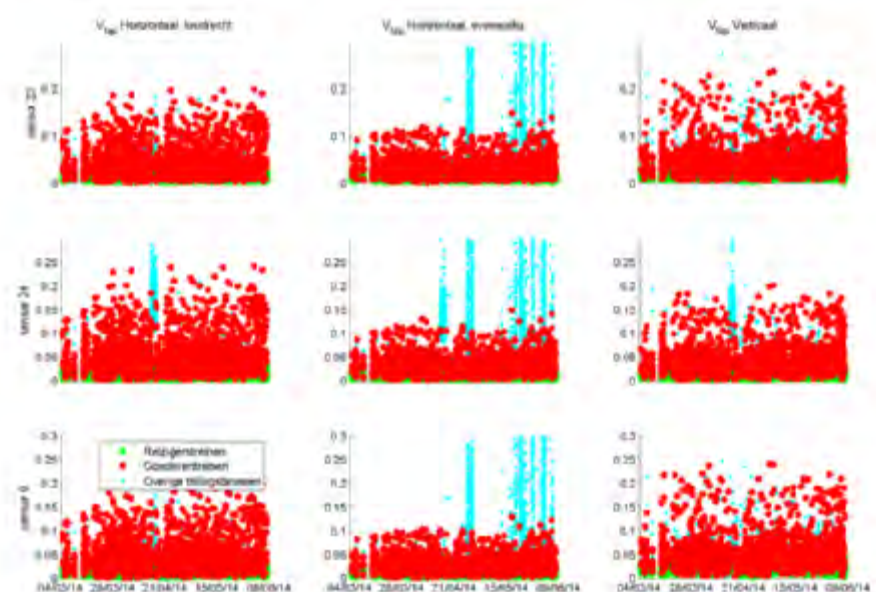
Tabel III - 54 *Gegevens meting Concordiastraat 67*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	P. Bouwma
3	Tijdsperiode meting	3 maart 2014 14:46 tot 8 juni 2014 02:35
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Kantoorgebouw, eerste verdieping. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in hoofdstuk 4
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 274
9	Gebruikte meetopnemers	Drie 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 9 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 275
11	Motivatie classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 274, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 275.

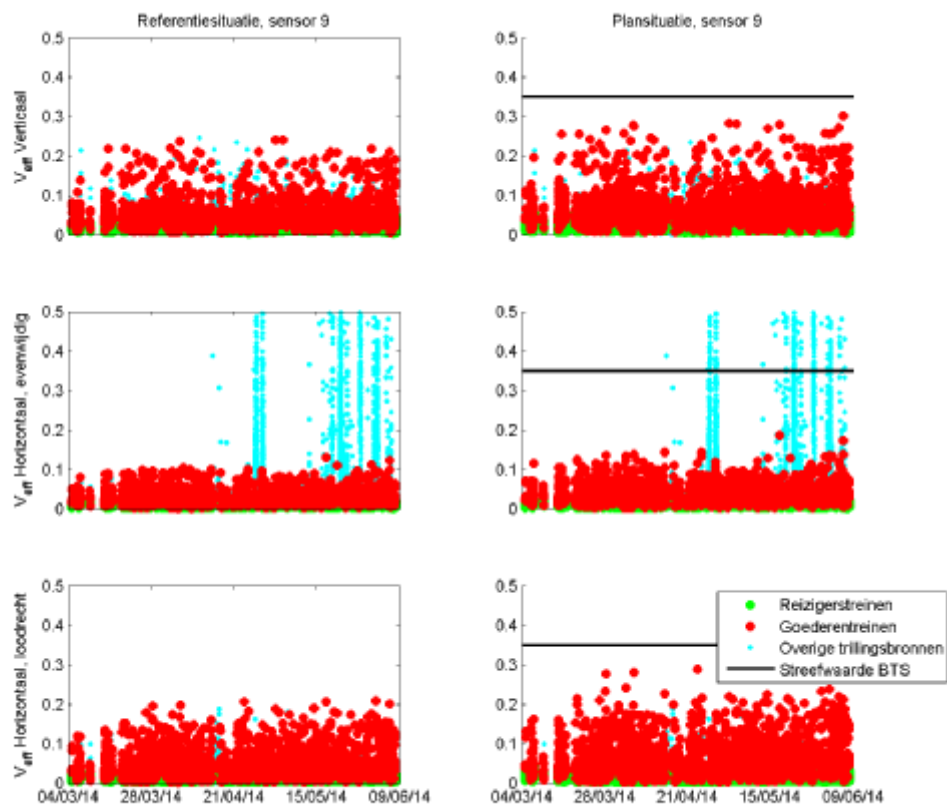


Figuur III - 274 *Opstelling sensoren Concordiastraat 67*

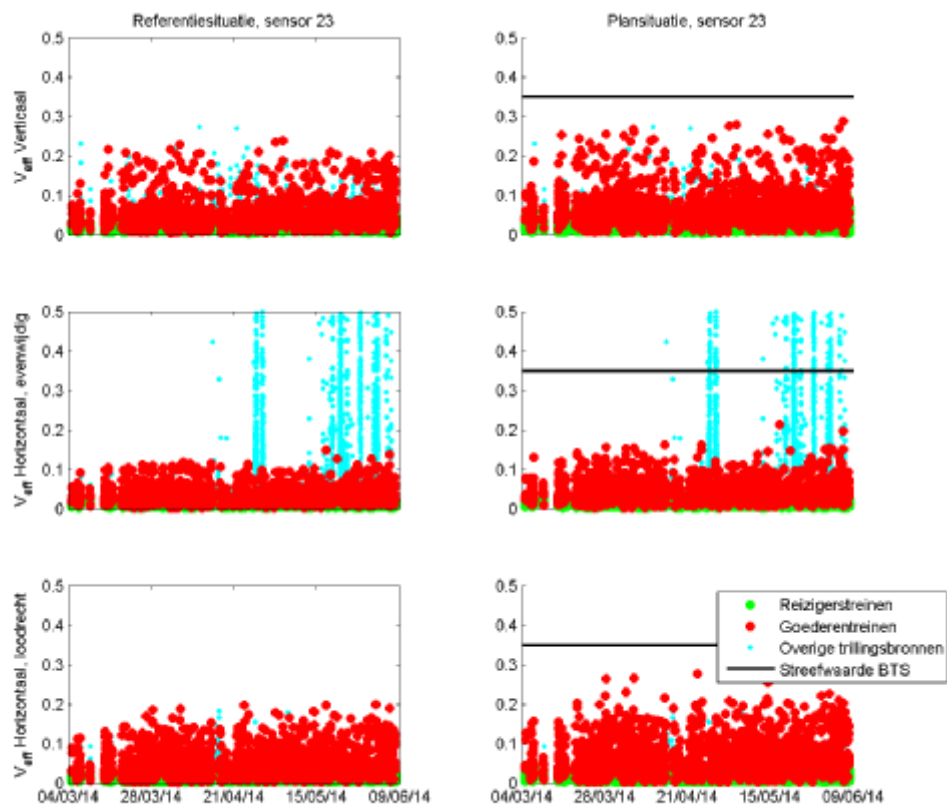


Figuur III - 275 Meetresultaten Concordiastraat 67

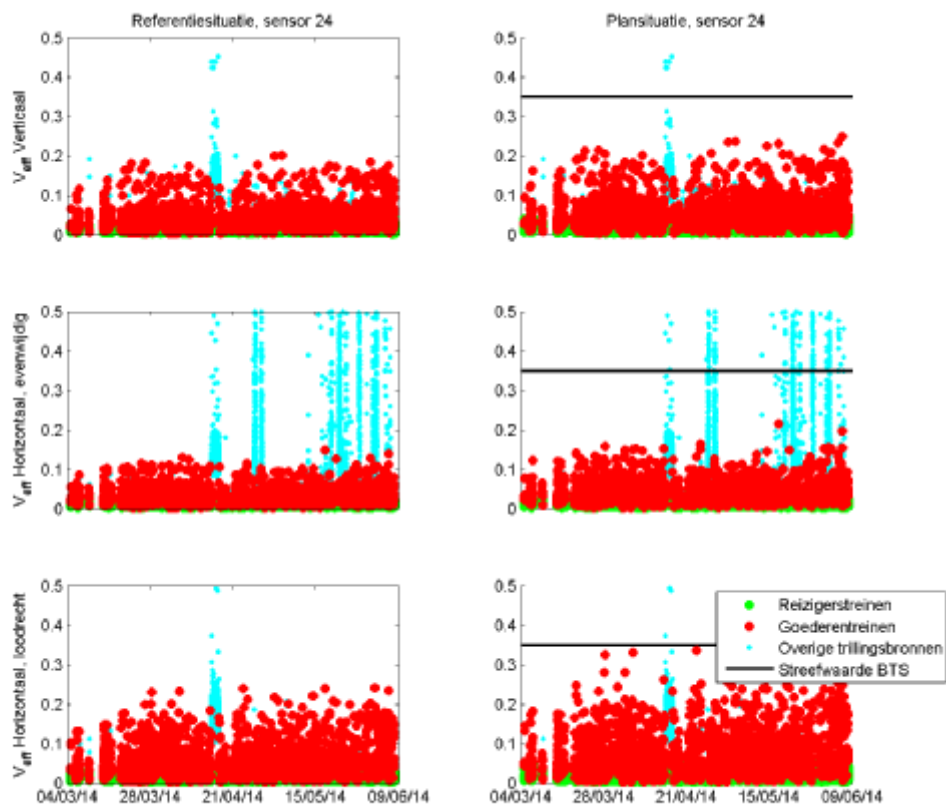
In Figuur III - 276 tot Figuur III - 278 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.



Figuur III - 276 Resultaten sensor 9

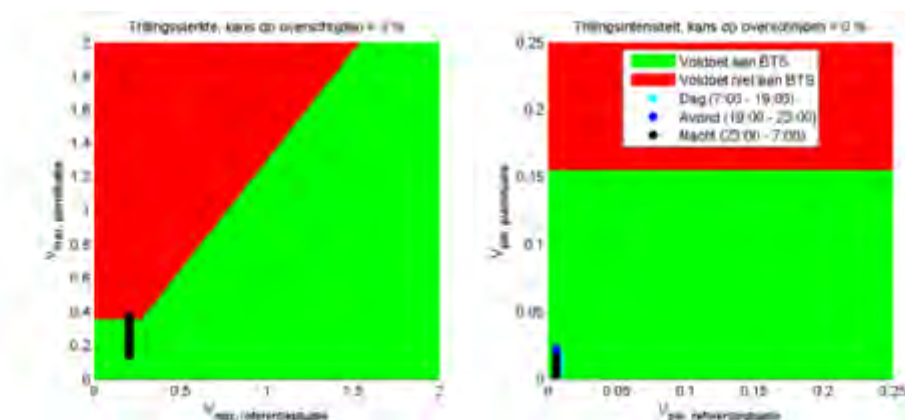


Figuur III - 277 Resultaten sensor 23



Figuur III - 278 Resultaten sensor 24

In Figuur III - 279 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding verwaarloosbaar klein is.



Figuur III - 279 Kans op overschrijden voor Concordiastraat 67 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

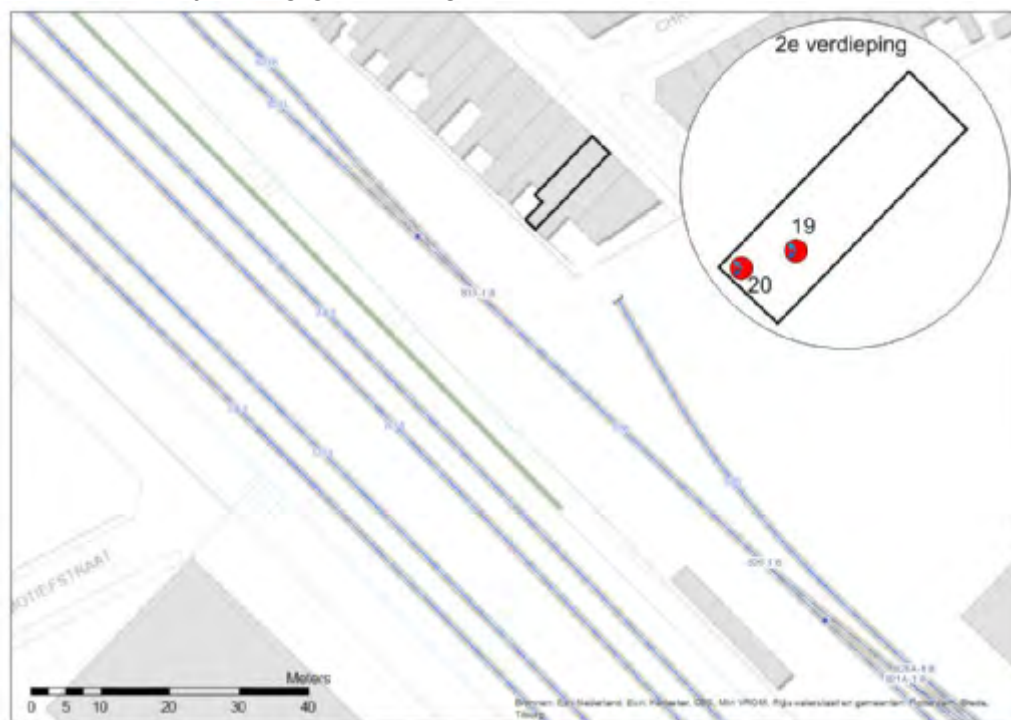
III.55 Seringstraat 6

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 55.

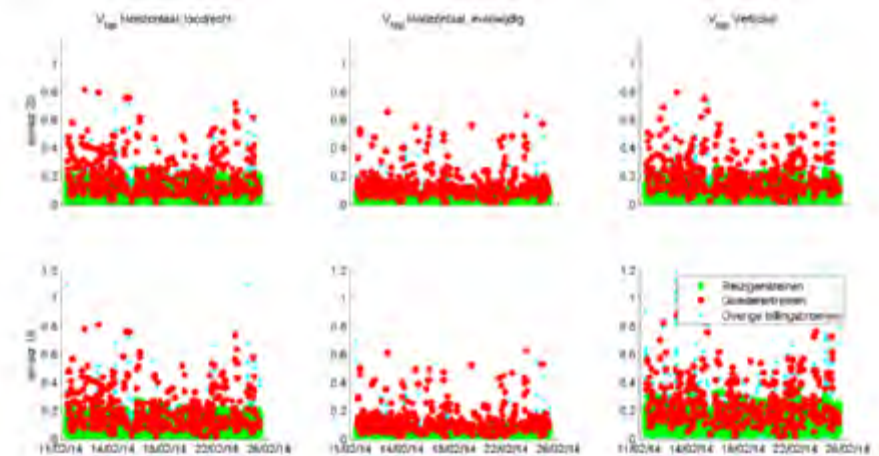
Tabel III - 55 *Gegevens meting Seringstraat 6*

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	J. van de Broek
3	Tijdperiode meting	11 februari 2014 11:09 tot 25 februari 2014 09:03
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 280
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 280
9	Gebruikte meetopnemers	Twée 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 281
11	Motivatíe classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 280, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 281.

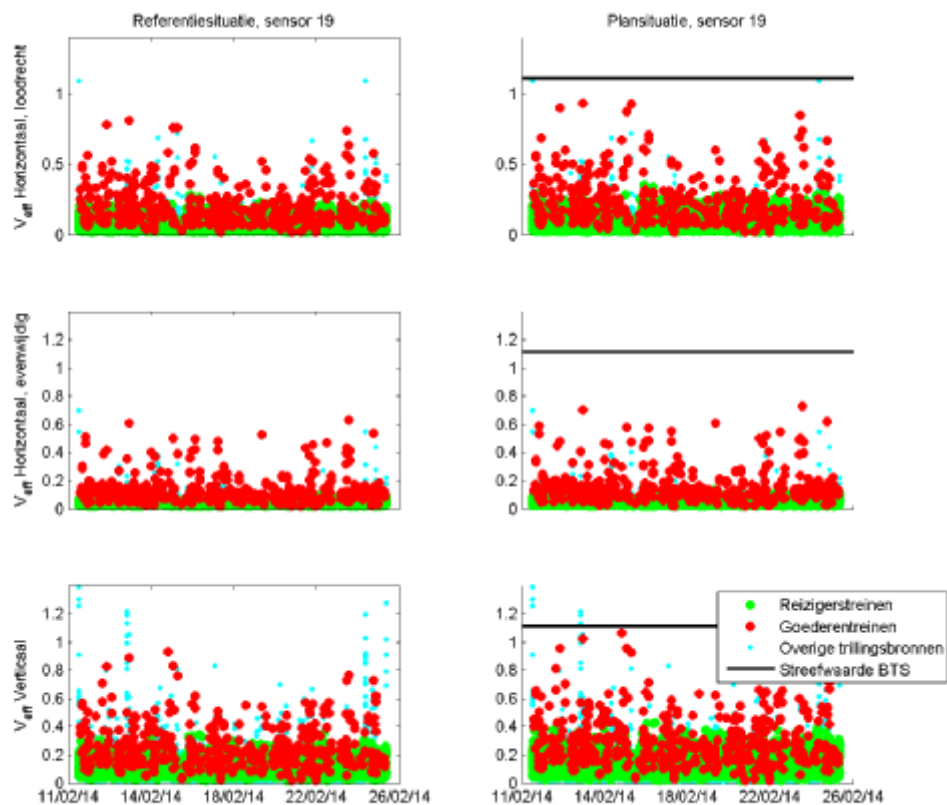


Figuur III - 280 *Opstelling sensoren Seringstraat 6*

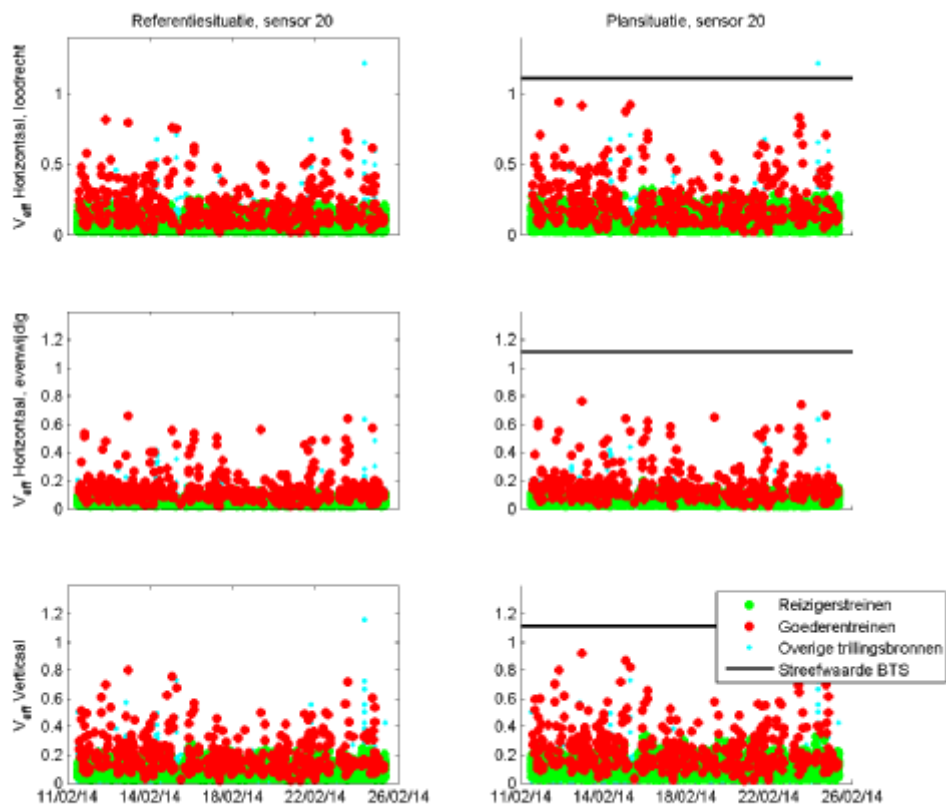


Figuur III - 281 Meetresultaten Seringstraat 6

In Figuur III - 282 en Figuur III - 283 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

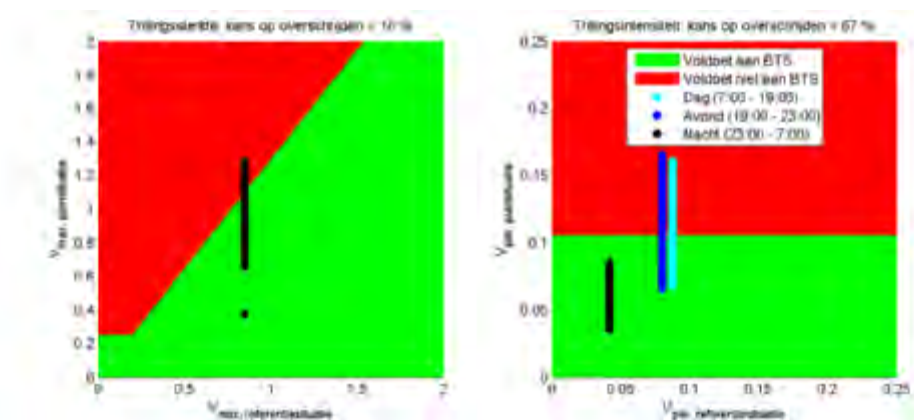


Figuur III - 282 Resultaten sensor 19



Figuur III - 283 Resultaten sensor 20

In Figuur III - 284 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er een verwaarloosbaar kleine kans is op een overschrijding van de grenswaarde voor de trillingssterkte. De kans op een overschrijding van de grenswaarde voor de trillingsintensiteit is vrij groot.



Figuur III - 284 Kans op overschrijden voor Sieringstraat 6 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

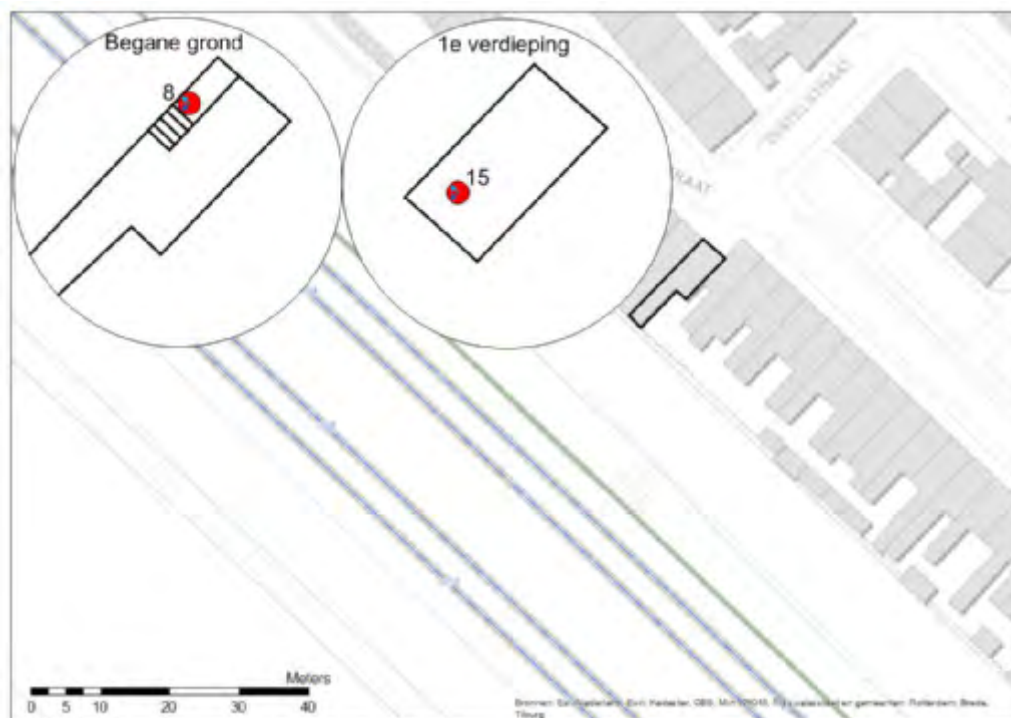
III.56 Seringstraat 136

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 56.

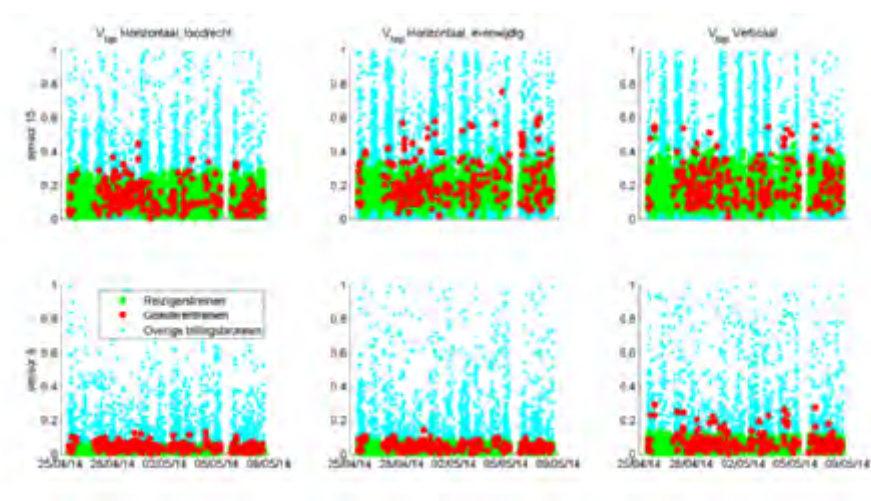
Tabel III - 56 *Gegevens meting Seringstraat 136*

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>O. van Saane</i>
3	Tijdperiode meting	<i>25 april 2014 14:00 tot 8 mei 2014 15:48</i>
4	Type trillingsbron	<i>Treinen.</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 285</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage II</i>
8	Meetposities	<i>Zie plattegrond in Figuur III - 285</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>Webcam gekoppeld aan meetcomputer</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur III - 286</i>
11	Motivatatie classificatie gebouw	<i>Zie hoofdstuk 4</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>Zie hoofdstuk 4</i>

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 285, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 286.

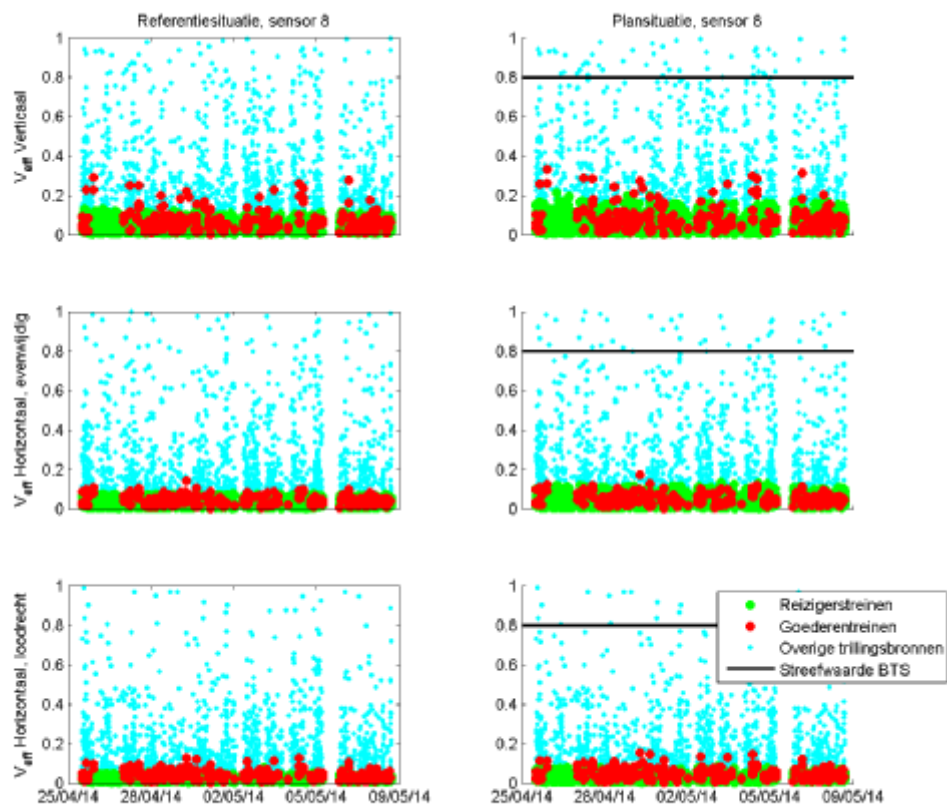


Figuur III - 285 Opstelling sensoren Seringstraat 136

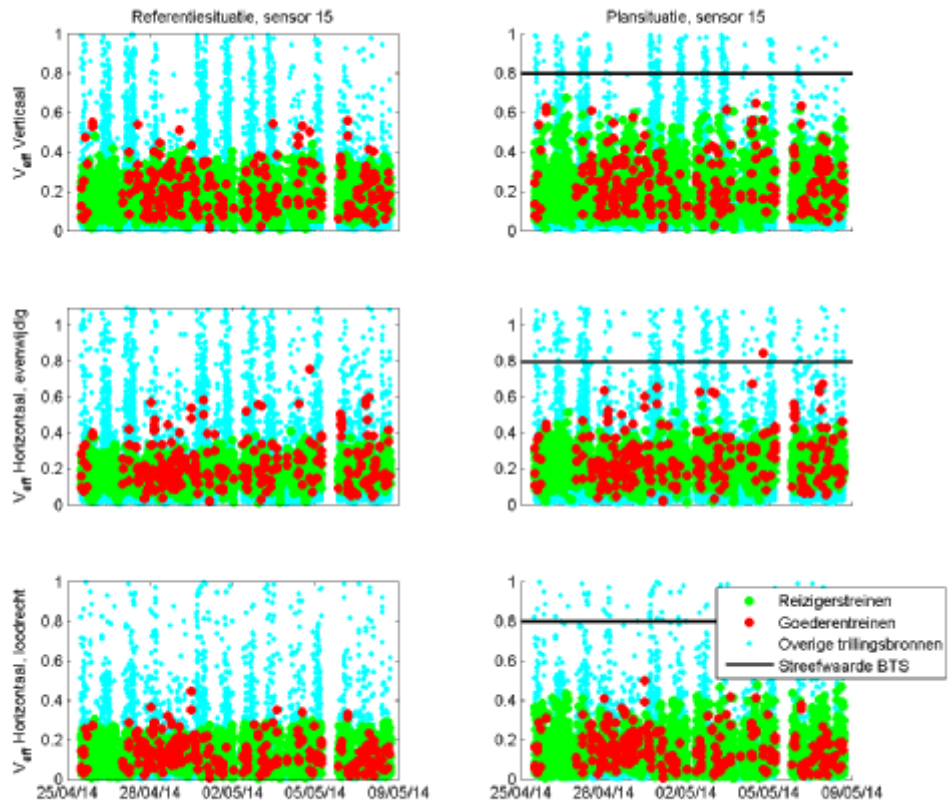


Figuur III - 286 Meetresultaten Seringstraat 136

In Figuur III - 287 en Figuur III - 288 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

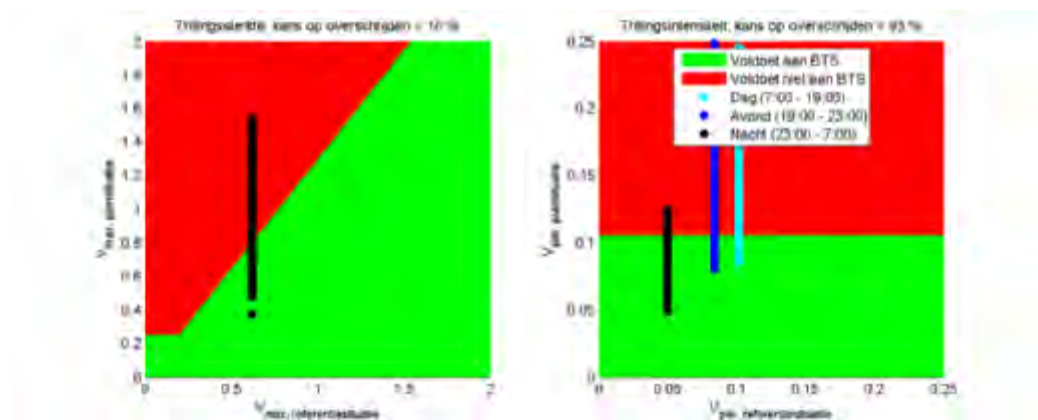


Figuur III - 287 Resultaten sensor 8



Figuur III - 288 Resultaten sensor 15

In Figuur III - 289 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat er een verwaarloosbaar kleine kans is op een overschrijding van de grenswaarde voor de trillingssterkte. De kans op een overschrijding van de grenswaarde voor de trillingsintensiteit is groot.



Figuur III - 289 Kans op overschrijden voor Seringstraat 136 van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

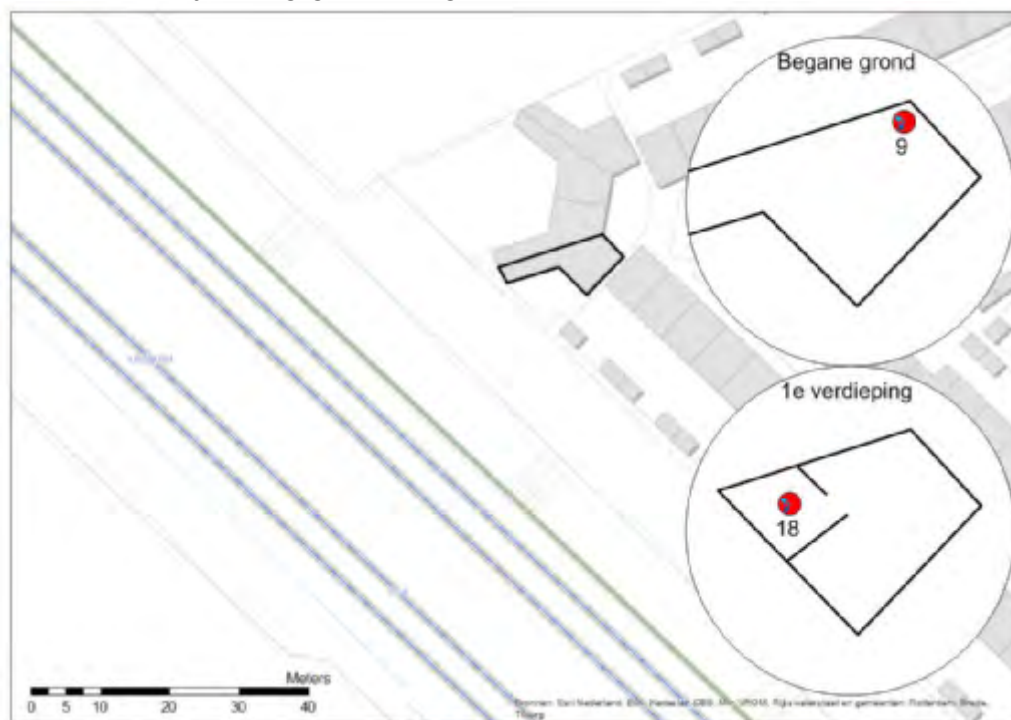
III.57 Jan Overdijkstraat 39D

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel III - 57.

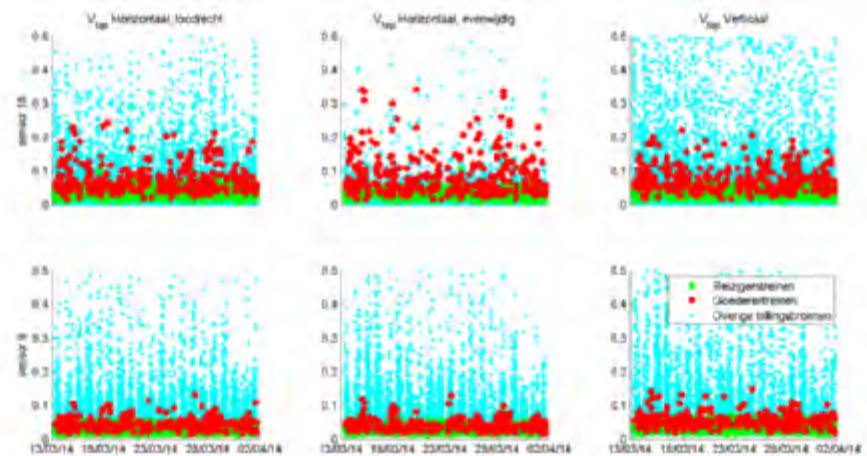
Tabel III - 57 Jan Overdijkstraat 39D

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 3511 SX Utrecht
	Verantwoordelijke persoon	Ir. P.M. Boon e-mail: pieter.boon@movares.nl tel.: 06-10039454
2	Meting uitgevoerd door	P. Bouwma
3	Tijdsperiode meting	13 maart 2014 09:17 tot 1 april 2014 15:32
4	Type trillingsbron	Treinen.
5	Gebouwomschrijving	Drielaagse eengezinswoning. Opgebouwd uit metselwerk.
6	Locatie metingen	Zie plattegrond in Figuur III - 290
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage II
8	Meetposities	Zie plattegrond in Figuur III - 290
9	Gebruikte meetopnemers	Twée 3D-geofoons
	Gebruikte registratieapparatuur	Webcam gekoppeld aan meetcomputer
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	DS-net meetcomputer met 6 aangesloten kanalen
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur III - 291
11	Motivatíe classificatie gebouw	Zie hoofdstuk 4
12	Overige relevante omstandigheden	Zie hoofdstuk 4

Een overzicht van de gebruikte sensorposities is weergegeven in Figuur III - 290, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur III - 291.

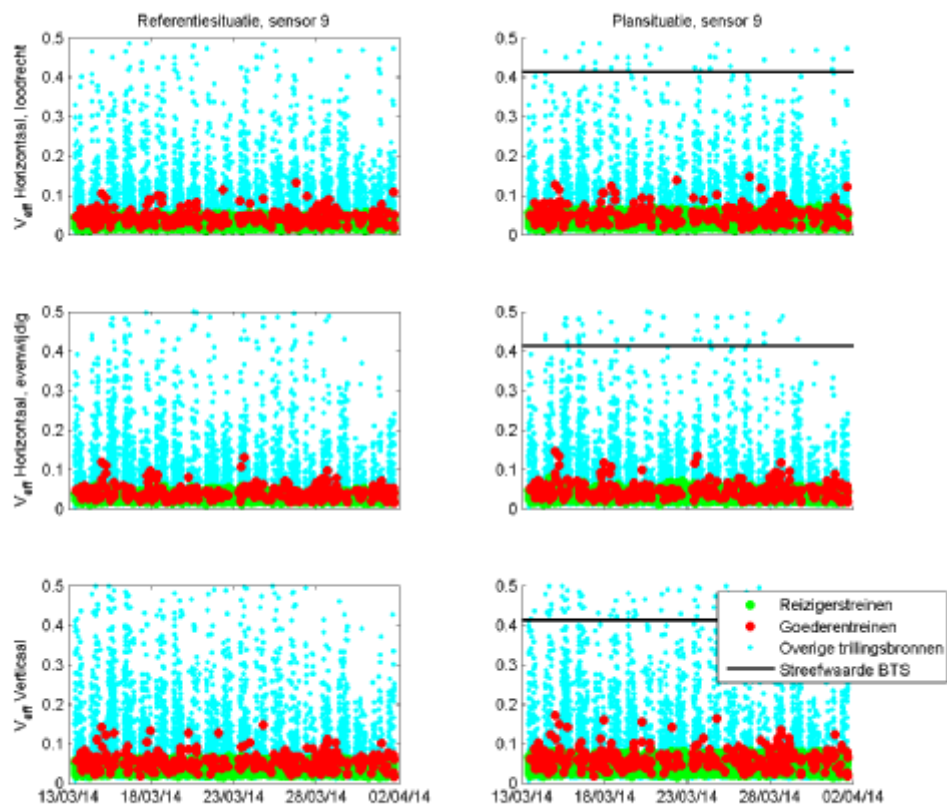


Figuur III - 290 Opstelling sensoren Jan Overdijkstraat 39D

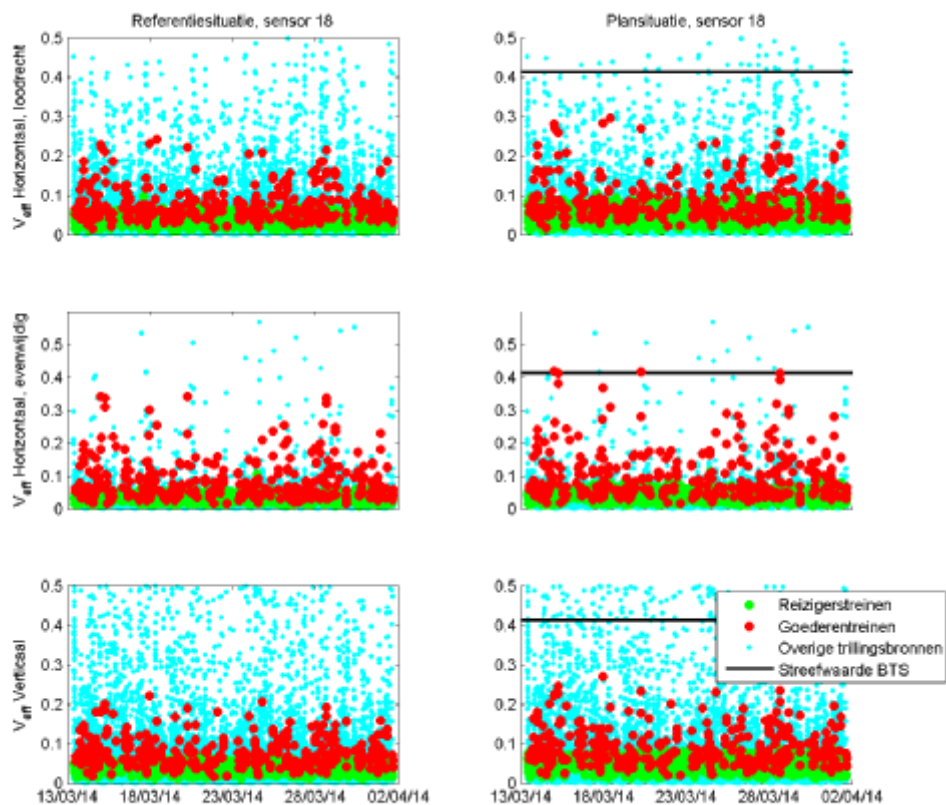


Figuur III - 291 Meetresultaten Jan Overdijkstraat 39D

In Figuur III - 292 en Figuur III - 293 wordt de referentie- (links) en plansituatie (rechts) getoond voor alle gemeten trillingssignalen. Een deel van de overige trillingsbronnen geeft hogere trillingen dan de treinen. De trillingen die hoger dan die van treinen zijn, zijn vrijwel uitsluitend afkomstig van voetstappen.

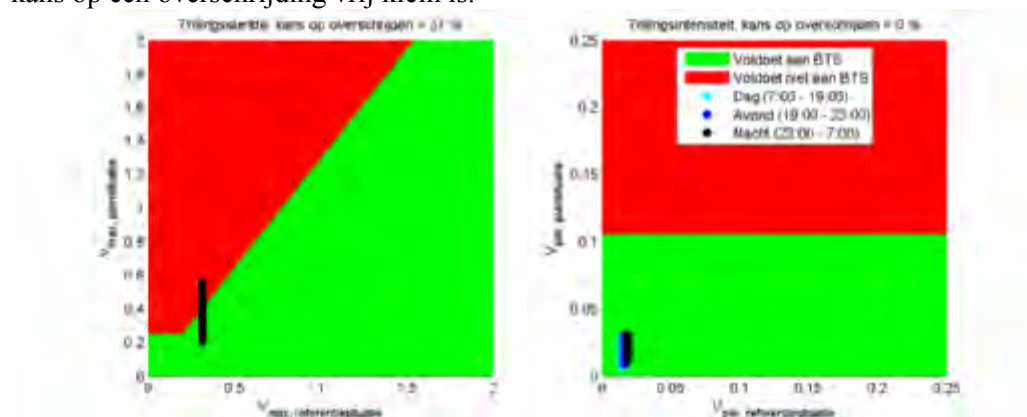


Figuur III - 292 Resultaten sensor 9



Figuur III - 293 Resultaten sensor 18

In Figuur III - 294 is de kans op overschrijden voor zowel de trillingssterkte V_{max} als de trillingsintensiteit V_{per} weergegeven, zie ook Bijlage I. Uit deze analyse volgt dat de kans op een overschrijding vrij klein is.



Figuur III - 294 Kans op overschrijden voor Jan Overdijkstraat 39D van de trillingssterkte (links) en de trillingsintensiteit (rechts).

Bijlage IV Verwerkingsprocedure trillingsmetingen

Ten behoeve van de derde stap van het trillingsonderzoek zijn metingen uitgevoerd op een aantal locaties. Deze metingen zijn onbemand uitgevoerd met behulp van een meetcomputer die continu (gedurende minimaal een week) de trillingssignalen meet. Aan deze meetcomputer is een webcam gekoppeld die de treinen registreert. Om een dataset met trillingssterkte van treinverkeer te genereren wordt de volgende procedure doorlopen om te garanderen dat alle door treinen veroorzaakte trillingssterkte in beschouwing worden genomen en dat niet-spoorgerelateerde trillingssterkte buiten beschouwing worden gelaten:

1. Stap 1: met behulp van gegevens over de passagetijden³ en videobeelden zijn de treinen gemarkeerd. De lijst met passagetijden is gebruikt om te verifiëren dat alle passerende treinen (ook in de nacht) ook daadwerkelijk zijn gemarkeerd: het aantal treinen in de database komt overeen met het aantal gemarkeerde treinen.
2. Stap 2: bij de meting wordt gebruik gemaakt van meerdere sensoren. Met behulp van spectraalanalyse⁴ worden de trillingssignalen van beide sensoren op elkaar te delen kunnen lokale fenomenen (bijvoorbeeld voetstappen in de ene ruimte) worden uitgefilterd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de videobeelden om te verifiëren of de uitgefilterde signalen daadwerkelijk vervuild zijn met voetstappen;
3. Stap 3: met behulp van spectraalanalyse worden afwijkende trillingssignalen nader geanalyseerd. Signalen met een sterk afwijkend frequentiespectrum zijn vaak vervuild met werkzaamheden buiten of passerend vrachtverkeer. Omdat deze trillingssterkte niet te wijten zijn aan passerende treinen, worden deze trillingssterkte apart gemarkeerd als zijnde achtergrondtrillingssterkte;
4. Stap 4: de hoogste waarden uit de dataset worden nogmaals gecontroleerd of het niet-vervulde treinsignalen zijn of niet. Elke trein wordt gemarkeerd met de bijbehorende spoorafstand. Alle niet spoorgerelateerde trillingsbronnen worden apart gemarkeerd. In de datasets in Bijlage III zijn deze trillingsbronnen eveneens weergegeven.

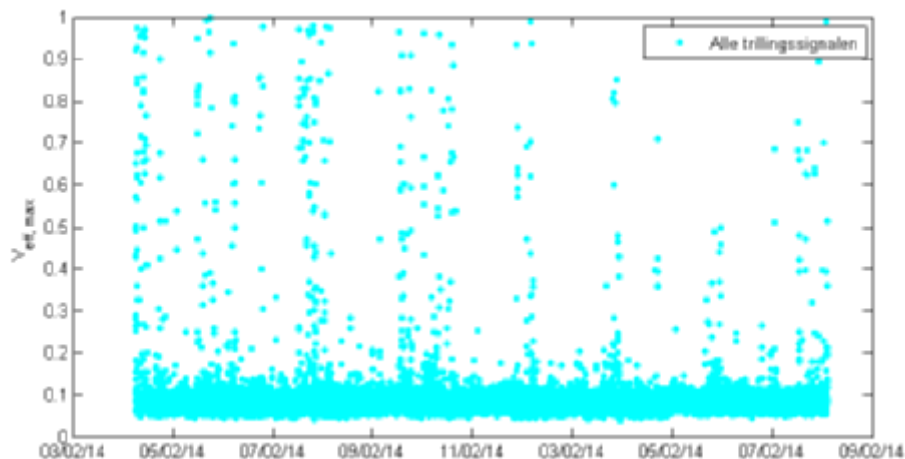
Deze stappen worden met behulp van een voorbeeldsituatie nader toegelicht in deze bijlage.

³ Deze passagetijden zijn opgevraagd bij ProRail

⁴ Spectraalanalyse is het onderzoeken van het frequentiespectrum van een trillingssignaal. Hierbij wordt naar de verschillende frequenties gekeken.

IV.1 Verwerking van ruwe meetdata

Na het uitvoeren van de meting wordt de ruwe data geconverteerd naar $V_{eff,max}$ -waarden per 30 seconden, conform de procedure in de SBR B-richtlijn. Per meetlocatie is deze bewerkte meetdata eventueel opvraagbaar. Een voorbeeld van een dergelijk resultaat is weergegeven in Figuur IV-1. Elk punt stelt een 30-secondeperiode voor. In de resultaten is duidelijk zichtbaar dat er periodieke verstoringen optreden, die met een dag-nacht ritme terugkeren.



Figuur IV-1 Meetdata, $V_{eff,max}$ per 30 seconden

IV.2 Stap 1 – Toekennen van treinpassages aan 30-seconde periodes

In de eerste stap van de verwerkingsprocedure wordt gekeken of binnen een bepaalde 30-secondeperiode een trein passeert, en zo ja, om welk type trein het gaat en over welk spoor deze trein rijdt. Deze eerste selectie vindt bij voorkeur plaats met behulp van gegevens over de passagetijden van alle treinen, en wordt eventueel geverifieerd met behulp van de videobeelden. Door deze dubbele procedure wordt gegarandeerd dat alle gepasseerde treinen worden meegenomen in de analyse.

Een voorbeeld wordt hieronder toegelicht.

Voorbeeldsituatie

De gegevens per treinpassage geven voor verschillende zogenaamde ‘dienstregelpunten’ de passagetijd van elke gepasseerde trein aan. Per passage en per dienstregelpunt zijn het unieke treinnummer, de vervoerder, het treintype, de rijrichting en het type trein opgenomen. Met deze gegevens kan een inschatting worden gegeven van de passagetijd van elke trein op de meetlocatie.

In deze voorbeeldsituatie zijn er passagegegevens van een trein met treinnummer 104 van vervoerder NSR (NS Reizigers) op de passagepunten *Ut* en *Utoa*, zie Figuur IV-2. De locaties van deze passagepunten zijn bekend, de meetlocatie ligt ongeveer halverwege tussen deze punten in. Verder is de richting van de trein en het type trein (*IC*) aangegeven. Op basis van de passagetijden en de locatie is de verwachting dat deze trein tussen 12:42:30 en 12:43:15 passeert.

ProRail

PAB Detailtreinactiviteiten

Dag	Vervoerder	Treinnummer	Rijrichting	Rijvolgorde	Dienstregelpunt	Activiteit	Plantijd	Rijkskarakteristiek
							Uitvoering	Uitvoering
24-02-2014	NSR	104	VB	540	Ut	V	21-jul-2013 12:42:00	IC
24-02-2014	NSR	104	VB	550	Utoa	D	21-jul-2013 12:43:58	IC
24-02-2014	NSR	105	NB	180	Utoa	D	21-jul-2013 12:44:26	ICE
24-02-2014	NSR	105	NB	190	Ut	A	21-jul-2013 12:46:43	ICE

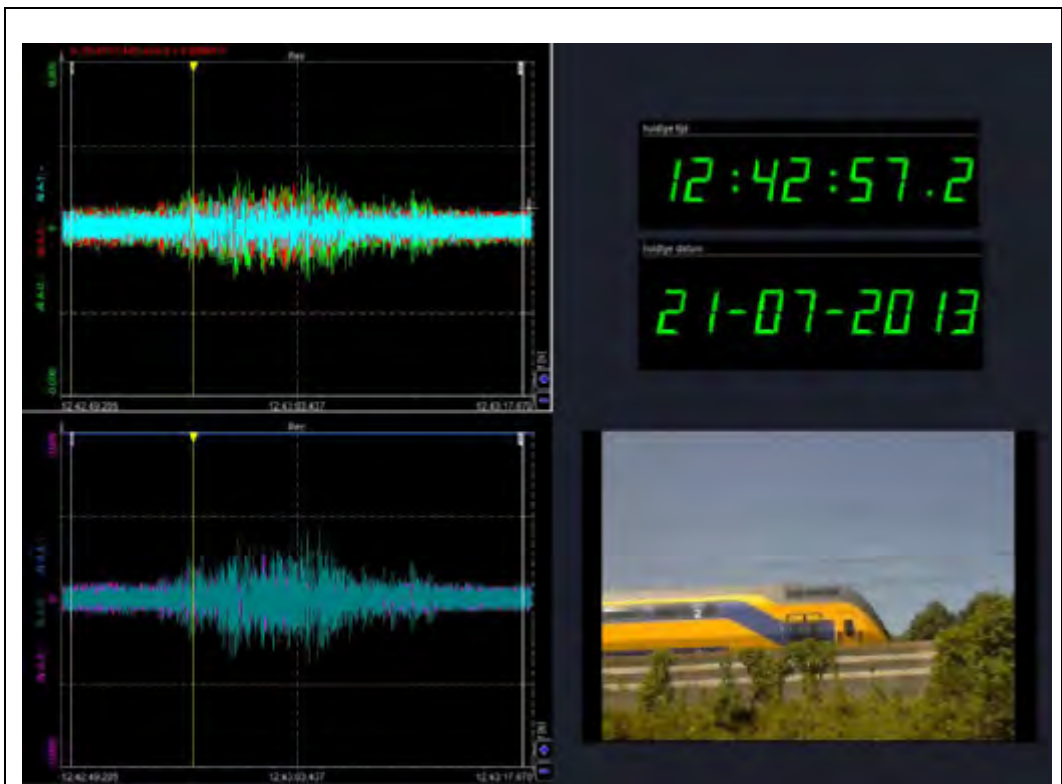
Figuur IV-2 Voorbeeldgegevens treinpassages

Elk type trein heeft verder een karakteristiek trillingsspectrum. Voor de verschillende 30-secondeperiodes waarin de treinpassage kan hebben plaatsgevonden, wordt het karakteristieke trillingsspectrum van de passerende trein vergeleken met het trillingsspectrum van die 30-secondeperiode. Middels een gewogen⁵ kleinste kwadratenmethode⁶ wordt bepaald welke periode van 30 seconden het best passend is, deze periode wordt gemarkeerd als zijnde de treinpassage.

Op een deel van de locaties vindt aanvullend geautomatiseerde verificatie plaats op basis van beeldverwerking van de videobeelden, zie Figuur IV-3. Hierbij worden opeenvolgende videobeelden geautomatiseerd met elkaar vergeleken om te bepalen of er een trein passeert, en zo ja, in welke richting en met welke rijsnelheid.

⁵ Gewogen voor trillingssterkte, zodat sterkere trillingssignalen zwaarder worden meegenomen dan minder sterke trillingssignalen

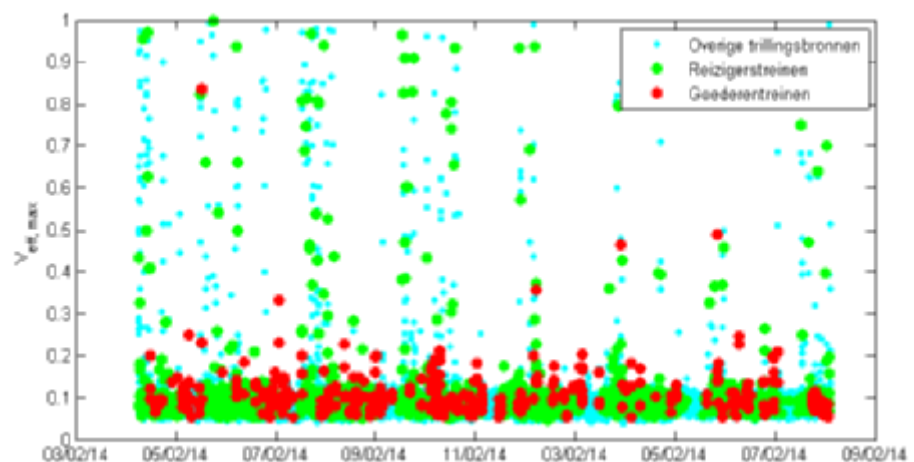
⁶ Kleinste kwadratenmethode is een rekenmethode om een verdeling punten te vergelijken met bijvoorbeeld een berekende waarde. De methode geeft aan welke punten het dichtst bij de berekende waarde liggen.



Figuur IV-3 Videobeelden en trillingssignalen

Op deze manier wordt gegarandeerd dat alle gepasseerde treinen ook daadwerkelijk worden gemarkeerd als zijnde een trein.

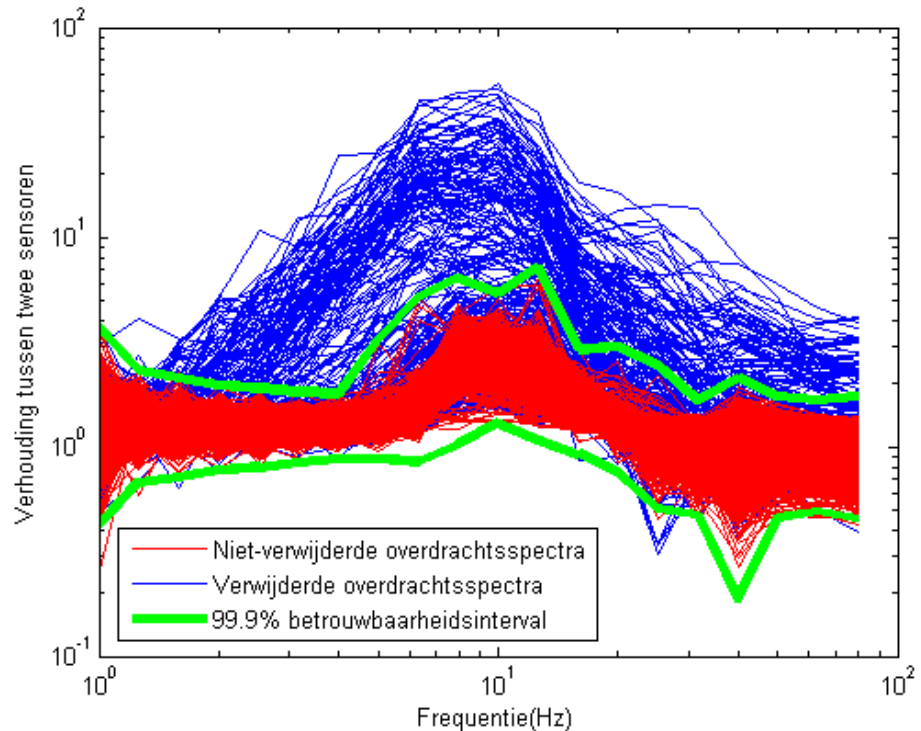
Het resultaat van deze stap is weergegeven in Figuur IV-4. De blauwe stippen zijn zeker geen treinen, de overige, als trein gemarkeerde, stippen zijn mogelijk treinen maar kunnen ook vervuild zijn. Daarom worden vervolgstappen ondernomen om deze vervuilde signalen te verwijderen.



Figuur IV-4 Meetdata met gemarkeerde treinpassages

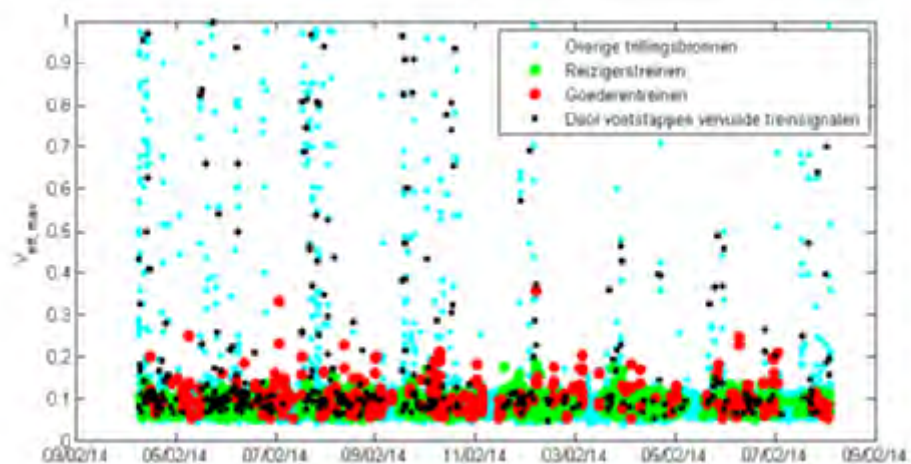
IV.3 Stap 2 – Uitfilteren van interne verstoringen, zoals voetstappen

Omdat gebruik wordt gemaakt van meerdere sensoren, kunnen de trillingsspectra van de verschillende sensoren op elkaar worden gedeeld. Hierdoor worden lokaal optredende trillingssterkte, zoals voetstappen, inzichtelijk gemaakt. Deze voetstappen vertonen immers alleen een uitslag op een van beide sensoren. Een voorbeeld van deze selectie op trillingsspectra is weergegeven in Figuur IV-5. De selectiecriteria worden vastgesteld op basis van de spreiding in overdrachten en geverifieerd in de videobeelden.



Figuur IV-5 Spectraalanalyse in stap 2

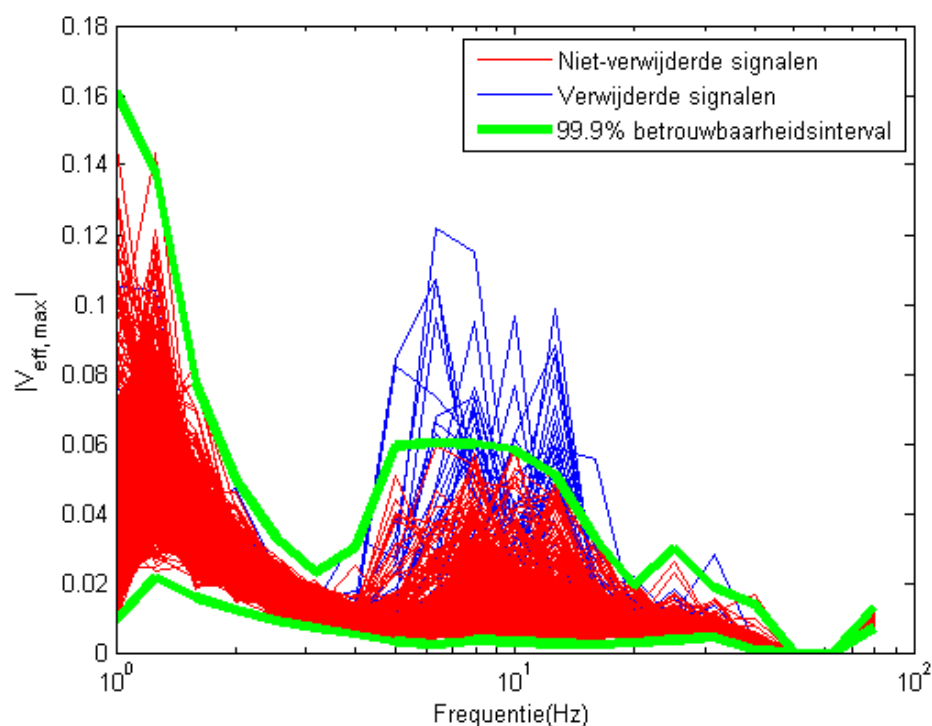
Het resultaat van deze stap is weergegeven in Figuur IV-6.



Figuur IV-6 Meetdata met gemarkeerde treinpassages en uitgefilterde lokale trillingsbronnen

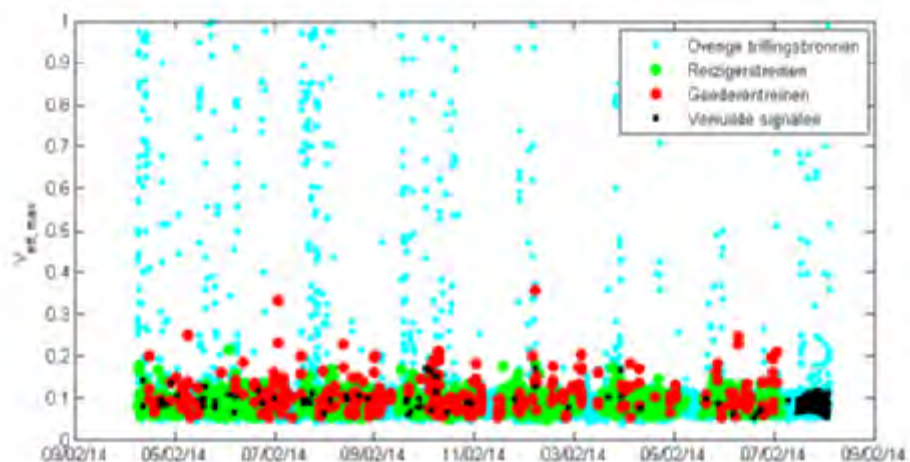
IV.4 Stap 3 – Uitsluiten van externe verstoringen

Conform het memo van Level Acoustics worden niet-spoor gerelateerde gebeurtenissen, zoals wegverkeer en bouwwerkzaamheden, verwijderd uit de dataset. In het geval van externe verstoringen, zoals de passage van vrachtauto's of het gelijktijdig uitvoeren van werkzaamheden buiten het gebouw, kunnen deze verstoringen worden uitgefilterd met behulp van spectraalanalyse. Deze spectraalanalyse vindt per treintype plaats, zodat duidelijk zichtbaar wordt welke 30-secondeperiodes sterk afwijkende trillingspectra hebben. Een voorbeeld hiervan is weergegeven in Figuur IV-7. De selectiecriteria worden vastgesteld op basis van de spreiding in signalen en geverifieerd met behulp van de videobeelden.



Figuur IV-7 Spectraalanalyse in stap 3

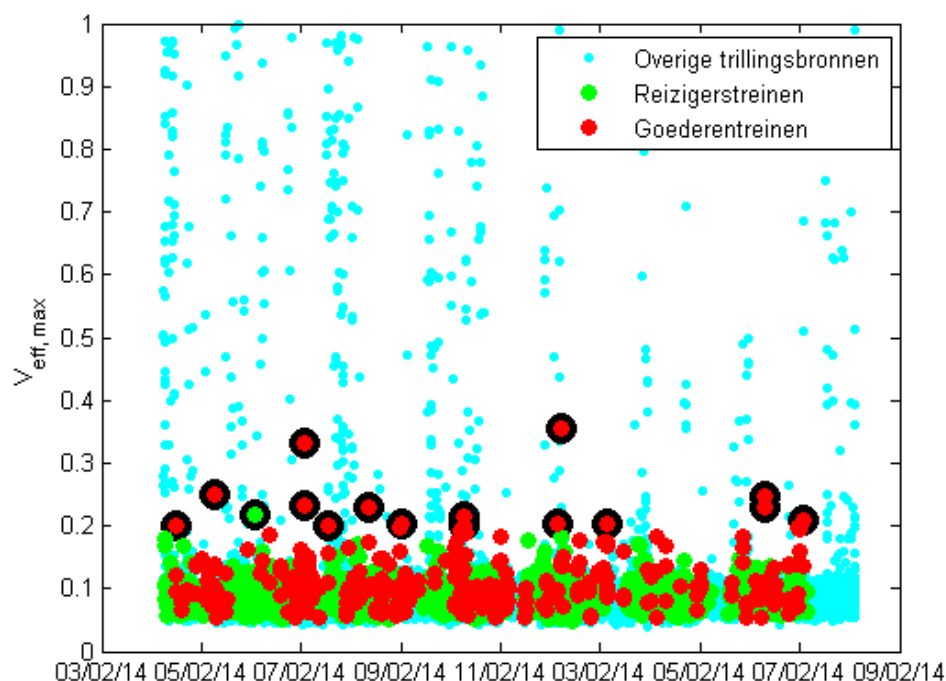
Het resultaat van deze stap is weergegeven in Figuur IV-8.



Figuur IV-8 Meetdata met gemarkeerde treinpassages en externe trillingsbronnen

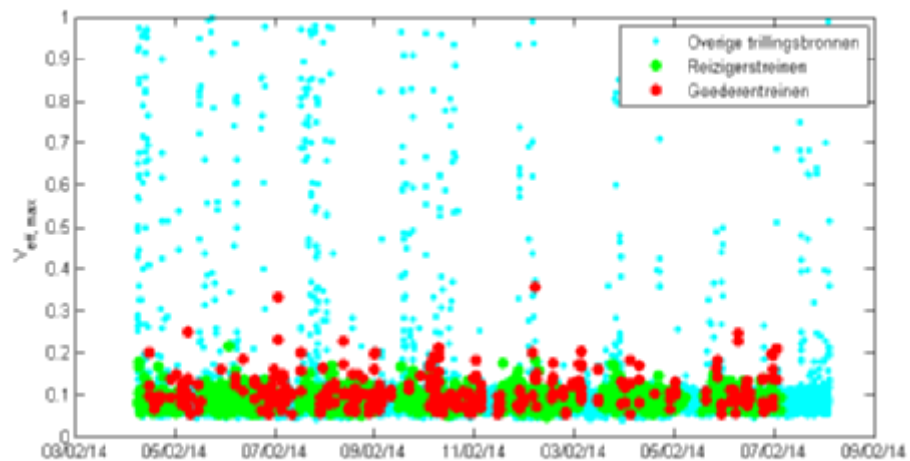
IV.5 Stap 4 – Controle van hoogste waarden

Als laatste controlestap worden alle hoge trillingssignalen extra gecontroleerd op vervuiling door andere trillingsbronnen. Deze laatste controle vindt volledig handmatig plaats in de meetsoftware. Hierbij worden de trillingssignalen en videobeelden beschouwd op afwijkingen en verstoringen. Een voorbeeldselectie van te controleren trillingssignalen (zwart omcirkelde meetpunten) voor de dataset in dit voorbeeld is weergegeven in Figuur IV-9.



Figuur IV-9 Te controleren treinsignalen in stap 4

Het resultaat van deze stap is weergegeven in Figuur IV-10. Dit is de uiteindelijke dataset waarover de trillingssterkte V_{max} en de trillingsintensiteit V_{per} zullen worden bepaald.



Figuur IV-10 Schone dataset met treinpassages

IV.6 Naverwerkingsprocedure

De naverwerkingsprocedure zoals die is toegepast in dit trillingsonderzoek is gebaseerd op optie 1 uit het memo LA.131001a.M04 van Level Acoustics, waarbij gedurende minimaal 7 x 24 uur op diverse meetpunten in een gebouw is gemeten en de trillingssterkte van alle meetrichtingen zijn vastgelegd.

Vervolgens wordt de volgende procedure gestart:

1. Er wordt vastgesteld op grond van hoeveel meetdagen de verzameling $V_{eff, max, i}$ – waarden tot stand is gekomen. Deze parameter wordt het aantal meetdagen genoemd, $\#meetdagen$;
2. Alle gebeurtenissen met een $V_{eff, max, i}$ groter dan 0.02 op het funderingspunt worden geselecteerd. Indien geen funderingspunt is gekozen, dan wordt gekozen voor een meetpunt op de laagst beschikbare verdieping met als criterium dat $V_{eff, max, i}$ groter is dan 0.05;
3. Vervolgens wordt een iteratieve procedure gestart:
 - a. Per meetpunt wordt een $top50\%$ bepaald;
 - b. De grootte van deze $top50\%$ wordt vastgesteld, $\#top50\%$;
 - c. Van de $top50\%$ wordt de natuurlijke logaritme genomen:

$$\log(V_{eff, max, i})$$

- d. Vervolgens wordt hierover het gemiddelde μ en de standaarddeviatie σ bepaald:

$$\mu = \text{gemiddelde}\{\log(V_{eff, max, i})\}$$

$$\sigma = \text{standaardafwijking}\{\log(V_{eff, max, i})\}$$

- e. De betrouwbaarheidscoëfficiënt β wordt vastgesteld volgens de formule:

$$\beta = t^{-1} \left[1 - \frac{\left(\frac{\#meetdagen}{7} \right)}{\#top50\%}; \#top50\% - 1 \right]$$

- f. Vervolgens wordt V_{max} per meetpunt en meetrichting bepaald volgens de formule:

$$V_{max, BTS} = e^{\mu + \beta \cdot \sigma}$$

- g. Een volgende iteratiestap wordt ingegaan wanneer

$$\#\{V_{eff, max, i} > V_{max, BTS}\} > \frac{\#meetdagen}{7} \quad \text{en} \quad \#top50\% > 15 \cdot \frac{\#meetdagen}{7}$$

Hierbij geeft het eerste criterium aan hoeveel gebeurtenissen er zijn waarvan de trillingssterkte hoger is dan V_{max} van dat meetpunt en die meetrichting. Wanneer het aantal gebeurtenissen met een trillingssterkte groter dan V_{max} groter is dan een keer per week, wordt voldaan aan de eerste eis om nogmaals te itereren.

Het tweede criterium geeft aan dat nogmaals geïtereerd moet worden wanneer het aantal waarden in de bepaling van de V_{max} groter is dan 15 per week.

Wanneer een nieuwe iteratiestap nodig is, dan wordt deze uitgevoerd volgens bovenstaande stappen, waarbij de huidige top50 de basis vormt om een nieuwe top50 te bepalen.

De iteratiestappen worden net zo lang herhaald totdat niet langer aan het criterium wordt voldaan, of wanneer het aantal gebeurtenissen met een trillingssterkte die groter is dan V_{max} toeneemt. In dat geval worden de resultaten uit de voorlaatste iteratiestap herhaald.

4. Vervolgens wordt de reproduceerbaarheid R per meetpunt en richting bepaald volgens de formule:

$$R = 100\% \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (1 + \beta^2) \cdot \sigma^2}{\#topX\%}}$$

5. De toetswaarde voor V_{max} wordt als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} V_{max,BTS} & \quad \text{als } R \leq 10\% \\ V_{max,BTS} \cdot \left(1 + \frac{R}{100\%}\right) & \quad \text{als } R > 10\% \end{aligned}$$

6. Te toename van V_{max} is een verhouding tussen de plan- en referentiesituatie, de zogenaamde Q -waarde. Hiervoor wordt in de BTS een criterium van 1.3 gehanteerd. Een Q kleiner dan 1 duidt op een afname, Q wordt bepaald volgens de formule:

$$Q = \frac{V_{max,BTS,plansituatie}}{V_{max,BTS,referentiesituatie}}$$

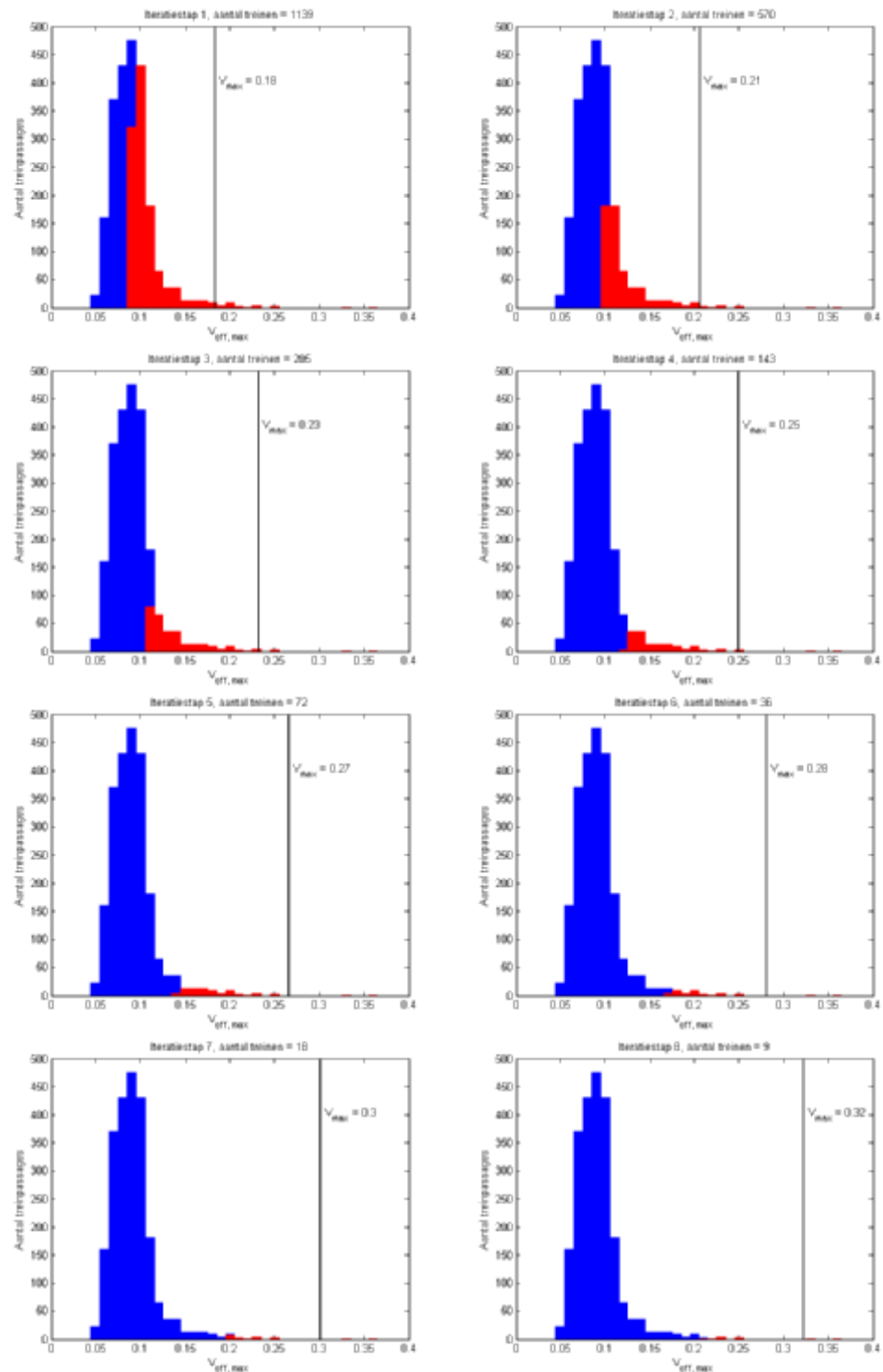
Hierbij wordt de V_{max} zonder eventuele correctiefactor gebruikt. De onzekerheid in de toename Q wordt bepaald volgens de formule:

$$R_Q = \sqrt{R_{referentiesituatie}^2 + R_{plansituatie}^2}$$

De waarde van Q wordt dan als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} Q & \quad \text{als } R_Q \leq 14\% \\ Q \cdot \left(1 + \frac{R}{100\%}\right) & \quad \text{als } R_Q > 14\% \end{aligned}$$

Deze naverwerkingsprocedure leidt in de voorbeeldsituatie tot het volgende iteratieschema, zie de histogrammen in Figuur IV-11 per iteratiestap. In blauw zijn alle treinen weergegeven, in rood de voor de bepaling van $V_{max,BTS}$ meegenomen treinen. De resultaten per iteratiestap zijn opgenomen in Tabel IV-1.



Figuur IV-11 Resultaten voor de acht iteratiestappen

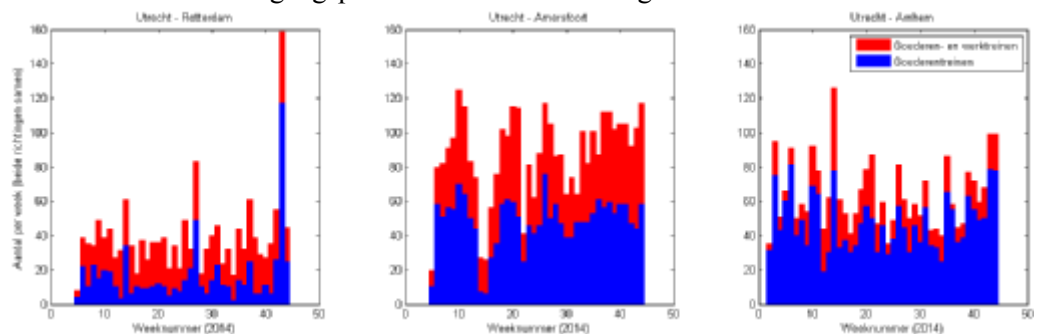
Tabel IV-1 *Resultaten van de acht iteratiestappen*

Iteratiestap	$V_{\max}$	R	topX%	#topX%	σ	μ	β
1	0.18	2.44	50	1139	0.177	-2.25	3.14
2	0.21	3.51	25.0	570	0.191	-2.14	2.93
3	0.23	4.94	12.5	285	0.203	-2.02	2.72
4	0.25	6.09	6.28	143	0.192	-1.87	2.49
5	0.27	7.31	3.16	72	0.178	-1.73	2.25
6	0.28	8.62	1.58	36	0.165	-1.60	1.99
7	0.30	11.2	0.79	18	0.171	-1.49	1.67
8	0.32	14.5	0.40	9	0.185	-1.38	1.33

Bijlage V Methodiek aanvullen datasets

Uit de metingen blijkt dat op een aantal locaties een overschrijding van het beoordelingskader niet valt uit te sluiten, doordat vanuit de metingen een hoge R -waarde resulteert. Deze hoge R -waarde wordt veroorzaakt door twee aspecten:

1. Goederentreinen zijn bepalend voor de trillingssterkte. Het is dus van belang dat er voldoende goederentreinen zijn gemeten om de trillingssterkte V_{max} betrouwbaar te kunnen vaststellen;
2. De intensiteit per week en de zwaarte van goederentreinen is sterk verschillend, met name op de trajecten Utrecht – Woerden, Utrecht – Amersfoort en Utrecht – Arnhem. Bij nadere analyse van de passagegegevens over een halfjaar blijkt dat de frequentie van goederentreinen sterk varieert zie Figuur V-1. Deze karakteristieken worden met name veroorzaakt doordat deze drie trajecten als omleidingsroute fungeren. Hierdoor is het aantal zware goederentreinen dat passeert per week doorgaans beperkt tot enkele treinen, terwijl deze treinen vaak een sterk afwijkende trillingssterkte hebben. De grote invloed van deze treinen op de reproduceerbaarheid R zorgt ervoor dat met een meetduur van 1 tot 2 weken geen reproduceerbare V_{max} is vast te stellen conform de uitgangspunten in de naverwerkingsmethode van Level Acoustics.



Figuur V-1 Aantal treinen per week in 2014 voor het traject Amersfoort – Utrecht, beide richtingen samen

Omdat de trillingssterkte van de goederentreinen sterk varieert, is een lange meetperiode (twee tot vier maanden) nodig om een representatieve bepaling te kunnen maken van de trillingssterkte V_{max} . Om te komen tot een goed onderbouwde analyse van de huidige en toekomstige trillingssterkte, wordt daarom voor die locaties waar door een hoge R -waarde een overschrijding niet kan worden uitgesloten, de dataset van de meting aangevuld met meetdata van goederentreinen vanaf een andere locatie om de invloed van de variatie in goederentreinen vast te stellen.

Uitgangspunten

De basis van deze aanvullingsmethodiek rust op enkele aannames:

1. Er is veel variatie in het trillingsspectrum van goederentreinen;
2. De variatie in trillingsspectrum van reizigerstreinen is beperkt;
3. De verhouding tussen het trillingsspectrum van een goederentrein en de *gemiddelde* reizigerstrein is op alle locaties hetzelfde, mits wordt voldaan aan de volgende condities:
 - a. Bodemopbouw is (grotendeels) identiek voor beide beschouwde locaties;

- b. Opbouw van de spoorbaan is (grotendeels) identiek voor beide beschouwde locaties;
- c. Bovenbouwconstructie (type dwarsliggers, wissels of ES-lassen, etc.) van het spoor is identiek voor beide locaties;
- d. Gebouweigenschappen zijn identiek voor beide locaties;
- e. Treinsnelheden zijn identiek voor beide locatie.

In dit project wordt niet altijd voldaan aan de condities c en d. Voor deze afwijkingen wordt daarom gecorrigeerd.

Bij het aanvullen van de datasets worden vijf locaties beschouwd, zie Tabel V-1. Voor de meetlocaties Spijkerstraat 26, Raadwijk 2 bis A en Kariboestraat 49 wordt gebruik gemaakt van de locatie Arthur van Schendelstraat 670, een kantoorgebouw waar gedurende een half jaar metingen aan het treinverkeer zijn verricht. De meeste goederentreinen die in het onderzoeksgebied passeren, rijden zowel langs de meetlocaties als langs Arthur van Schendelstraat 670.

Voor de meetlocaties Nieuwe Pijlsweerdstraat 63 en 83 wordt gebruik gemaakt van de nabijgelegen locatie Oudenoord 700. Dit is een kantoorgebouw waar gedurende circa vier maanden metingen aan treinverkeer zijn verricht. Alle goederentreinen die op deze referentielocatie passeren, passeren ook op de locaties Nieuwe Pijlsweerdstraat 63 en 83

Tabel V-1 *Afwijkingen t.o.v. referentielocatie*

Meetlocatie	Bodemopbouw	Spoorbaan	Bovenbouw	Gebouw	Treinsnelheden
Raadwijk 2 bis A	✓	×	×	×	✓
Kariboestraat 49	✓	✓	✓	×	✓
Spijkerstraat 26	✓	×	×	×	✓
Nieuwe Pijlsweerdstraat 63	✓	✓	✓	×	✓
Nieuwe Pijlsweerdstraat 83	✓	✓	✓	×	✓

Wanneer wordt voldaan aan de eerder genoemde condities a tot en met e, dan kan vanuit de referentielocaties de trillingssterkte van de goederentreinen over een periode van een half jaar in de diverse meetlocaties in het onderzoeksgebied worden vastgesteld. Aan de condities wordt op de volgende manier voldaan:

- a. De bodemopbouw is grotendeels identiek voor de verschillende locaties. Er zijn geen significante verschillen in bodemopbouw tussen de referentielocaties en de meetlocaties in het onderzoeksgebied. De bodem bestaat grotendeels uit zand;
- b. De opbouw van de spoorbaan is eveneens identiek. Het ballastspoor ligt op een zandbed. Bij zowel Spijkerstraat 26, Kariboestraat 49 als Arthur van Schendelstraat 670 ligt het spoor op maaiveldhoogte, bij Spijkerstraat 26 rijdt een deel van de goederentreinen wel over een betonnen viaduct. Hierdoor neemt de spreiding in de resultaten licht toe.
Bij Raadwijk 2 bis A ligt het spoor op een verhoogde zandbed, de spreiding in de resultaten neemt hierdoor toe voor deze specifieke locatie.
Bij Nieuwe Pijlsweerdstraat 63 en 83 ligt het spoor verhoogd op een zandbed, evenals bij Oudenoord 700. Hier zijn dus geen verschillen in baanopbouw;
- c. Het spoor ligt op alle locaties op betonnen dwarsliggers. Bij de referentielocaties gaat het echter om doorgaand spoor zonder ES-lassen en

- wissels, bij Spijkerstraat 26 en Raadwijk 2 bis A is er bij sommige sporen sprake van wissels. Voor dit verschil dient daarom gecorrigeerd te worden;
- d. Bij de referentielocaties gaat het om grote kantoorgebouwen, de meetlocaties zijn allemaal eengezinswoningen met aanzienlijk kleinere gebouwfmetingen en betonnen vloeren. Vooral de omvang van het gebouw heeft een niet-lineaire invloed op de verhouding tussen het trillingsspectrum van een (lichte) reizigerstrein en een (zware) goederentrein: een goederentrein brengt door zijn massa het gebouw in zijn geheel ook in trilling, ruim voordat de trein passeert. Er dient daarom gecorrigeerd te worden voor dit niet-lineaire gebouweffect;
 - e. De verhouding tussen de rijksnelheden van de goederentreinen en de beschouwde reizigerstreinen is vrijwel identiek voor de beschouwde locaties. Deze conditie gaat op voor alle beschouwde meetlocaties. Op locaties waar goederentreinen harder rijden, rijden ook de intercity's die beschouwd zijn als referentie voor de reizigerstreinen, harder.

Aanpak

De aanpak om te komen tot een aangevulde dataset is opgedeeld in vier stappen, deze stappen worden hieronder toegelicht:

1. Stap 1: er is een overlap in meetperiode tussen de langueduurmeting op de referentielocaties en de onderzochte meetlocaties. Voor dit overlappende gedeelte is de verhouding bepaald tussen de gemiddelde reizigerstrein van het type VIRM en alle goederentreinen die op zowel de referentielocatie als de beschouwde meetlocatie passeren. Deze verhouding is spectraal bepaald voor beide locaties om zoveel mogelijk niet-lineaire effecten te vermijden:

$$H_{1,i} = \frac{\text{Goederentrein}_i}{\text{VIRM}}$$

Per woning ontstaat zo een spectrale verhoudingstabel, met een verhoudingsspectrum per meetrichting en per gemeten goederentrein;

2. Stap 2: Om te corrigeren voor de verschillen tussen de meetlocaties voor de niet-lineaire effecten c (wissels en ES-lassen) en d (gebouweigenschappen), wordt de spectrale verhoudingstabel van de referentielocaties vergeleken met die van de beschouwde meetlocaties. Hieruit volgt:
 - a. De niet-lineaire correctiefactor ten gevolge van wissels en ES-lassen. Een wissel of ES-las heeft een ander versterkend effect op de trillingen van een reizigerstrein dan op de trillingen van een goederentrein. Dit heeft mogelijk te maken met de afvering van de wagons, de afstand tussen de draaistellen en de massa van de voertuigen;
 - b. De niet-lineaire correctiefactor voor het gebouweffect. Grote gebouwen worden anders in trilling gebracht door goederentreinen dan kleine gebouwen, zelfs wanneer dit frequentieafhankelijk wordt beschouwd. Waarschijnlijk speelt de zwaarte en passageduur van een trein hierbij een rol, deze speelt bij reizigerstreinen een veel beperktere rol dan bij (zware) goederentreinen.
3. Stap 3: Door het trillingssignaal van de gemiddelde reizigerstrein op de beschouwde meetlocaties spectraal te corrigeren voor de verhouding tussen een specifieke goederentrein en de gemiddelde reizigerstrein ($H_{l,i}$), en

eventueel te corrigeren voor niet-lineaire gebouw- en puntbroneffecten, kan de trillingssterkte $V_{max,i}$ per goederentrein worden bepaald, en worden vergeleken met de gemeten trillingssterkte $V_{max,i}$. Hierdoor ontstaat een indicatie van de betrouwbaarheid van de gevolgde methode voor de treinen die op beide locaties zijn gemeten;

4. Stap 4: De datasets van de meetlocaties in het onderzoeksgebied worden aangevuld met behulp van de gemiddelde reizigerstrein per locatie (en per spoor), de spectrale tabel $H_{l,i}$ en eventueel de correctiefactoren voor de niet-lineaire effecten.

Met behulp van deze methode kan een aangevulde dataset worden gecreëerd, waarover vervolgens de trillingssterkte V_{max} en de trillingsintensiteit V_{per} kunnen worden bepaald.

Ter verificatie van deze aanvullingsmethode wordt momenteel op een aantal locaties gedurende drie maanden gemeten, met als doel om de variatie in trillingssterkte ten gevolge van de goederentreinen volledig in beeld te brengen. Na realisatie van het project zal opnieuw worden gemeten op dezelfde locaties om het berekende effect van het project te verifiëren.

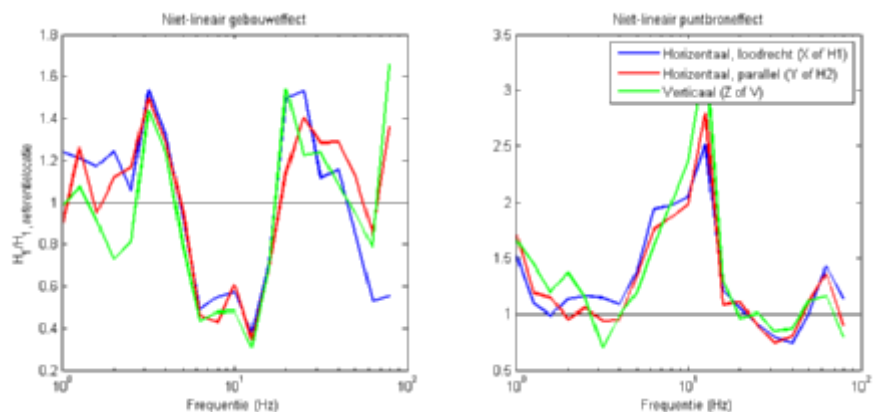
Correctiefactoren

De gebruikte correctiefactoren voor de diverse beschouwde locaties zijn weergegeven in Figuur V-2 tot en met Figuur V-6. Per locatie is de niet-lineaire correctiefactor voor gebouwtype en, indien van toepassing (zie Tabel V-1) ook de niet-lineaire correctiefactor voor de opbouw van de spoorbaan (wissels, ES-lassen) bepaald.

Raadwijk 2 bis A

Bij Raadwijk 2 bis A liggen er op het moment van de meting wissels in de twee meest dichtbijgelegen sporen. Hierdoor is er op deze locatie een niet-lineair puntbroneffect aanwezig. Het niet-lineaire puntbroneffect en het niet-lineaire gebouweffect voor deze locatie zijn weergegeven in Figuur V-2. Het volgende valt op:

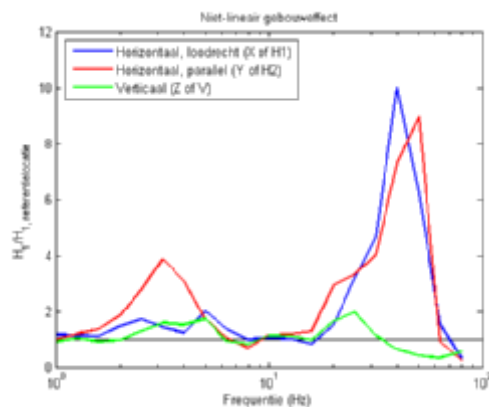
- Het niet-lineaire gebouweffect zorgt ervoor dat goederentreinen op deze locatie rond 10 Hz aanzienlijk lagere trillingen hebben dan op de referentielocatie. De doorgaans zichtbare hoogfrequente versterking ten opzichte van de referentielocatie Arthur van Schendelstraat 670 (zie resultaten voor Kariboestraat 49 en Spijkerstraat 26) is hier afwezig, mogelijk komt dit door de Kruisvaart die als hoogfrequent trillingsfilter werkt;
- Wissels hebben bij goederentreinen een aanzienlijk groter effect dan bij reizigerstreinen, voornamelijk rond 10 Hz. Dit heeft mogelijk te maken met de afivering van de wagons, de afstand tussen de draaistellen en de massa van de voertuigen



Figuur V-2 Niet-lineair gebouweffect voor Raadwijk 2 bis A (links) en niet-lineair effect voor de wissels in de twee meest dichtbij gelegen sporen.

Kariboestraat 49

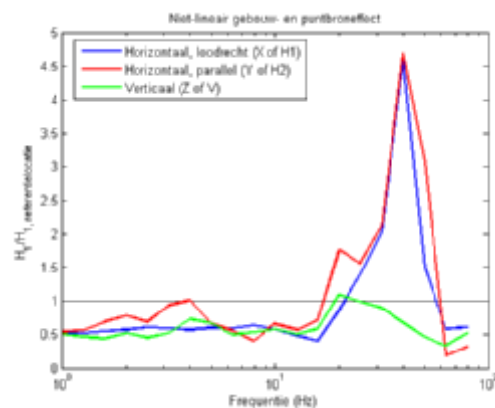
Het niet-lineaire gebouweffect voor Kariboestraat 49 is weergegeven in Figuur V-3. In deze figuur valt op dat het gebouw vooral hoogfrequent in horizontale richting veel sterker wordt aangestoten door goederentreinen dan de referentielocatie. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de kleinere omvang van dit gebouw, waardoor het makkelijker wordt aangestoten door goederentreinen dan de referentielocatie Arthur van Schendelstraat 670.



Figuur V-3 Niet-lineair gebouweffect voor Kariboestraat 49

Spijkerstraat 26

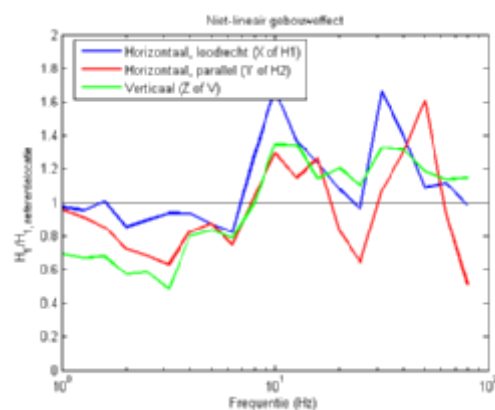
Bij Spijkerstraat 26 liggen er in alle sporen wissels, het niet-lineaire gebouweffect kan daardoor niet worden onderscheiden van het niet-lineaire puntbroneffect. Het gecombineerde effect is weergegeven in Figuur V-4. Ook dit gebouw wordt hoogfrequent in horizontale richting veel sterker aangestoten door goederentreinen dan de referentielocatie Arthur van Schendelstraat 670. Laagfrequent wordt dit gebouw juist minder aangestoten.



Figuur V-4 Niet-lineair gebouw- en puntbroneffect voor Spijkerstraat 26

Nieuwe Pijlsweerdstraat 63

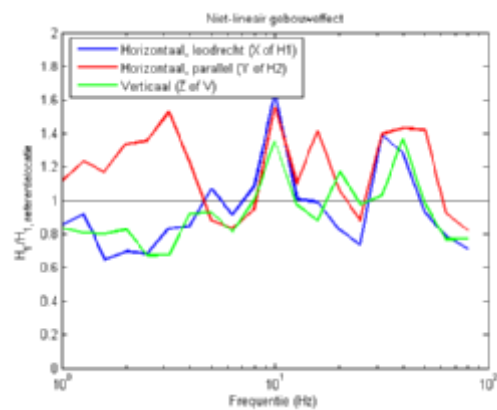
Het niet-lineaire gebouweffect voor Nieuwe Pijlsweerdstraat 63 is weergegeven in Figuur V-5. Het gebouw gedraagt zich niet significant anders dan de referentielocatie Oudenoord 700.



Figuur V-5 Niet-lineair gebouweffect voor Nieuwe Pijlsweerdstraat 63

Nieuwe Pijlsweerdstraat 83

Het niet-lineaire gebouweffect voor Nieuwe Pijlsweerdstraat 83 is weergegeven in Figuur V-6. Het gebouw gedraagt zich niet significant anders dan de referentielocatie Oudenoord 700.



Figuur V-6 Niet-lineair gebouweffect voor Nieuwe Pijlsweerdstraat 83