

Memo

Aan ProRail
Van ir. P.M. Boon
Telefoon 030-265 5322
Kenmerk D79-PBO-KA-1400113
Projectnummer RA000170
Onderwerp Verschilanalyse Groningen Spoorzone variant B4 versie 6 en 7
Datum 18 december 2014

Inleiding

Uit het verdiepend trillingsonderzoek van 10 juli 2014¹ naar de effecten van variant B4 voor het project *Groningen Spoorzone* volgt dat er een voelbare toename in trillingshinder wordt verwacht in woningen bij de Verlengde Lodewijkstraat. Ook bij enkele bedrijfspanden aan de Rouaanstraat en bij opstallen in de Tuinwijk neemt de trillingshinder ten gevolge van het treinverkeer voelbaar toe. Deze opstallen hebben geen woonbestemming.

Om de toename in trillingshinder te reduceren, is als resultaat van de actieve dialoog in het voorjaar van 2014 een onderzoek gedaan naar mogelijkheden om door aanpassingen in de geplande sporenlay-out de trillingssterkte te reduceren. Omdat alleen bij de Verlengde Lodewijkstraat sprake is van gebouwen met bestemming *wonen*, is in het onderzoek gefocust naar het verwijderen van de overloopwissels in de Arriva-sporen bij deze locatie. De toename in trillingshinder is vrijwel volledig op het conto te schrijven van de realisatie van deze wissels.

Onderzochte opties

In dit onderzoek zijn twee opties onderzocht:

1. Het verplaatsen van de wissels naar de geplande locatie van de Helperzoomtunnel, waar de Zuidelijke Ringweg onder het spoor door zal gaan. De configuratie van de wissels blijft intact, de wissels worden ca. 200 meter naar het zuiden verplaatst, naar de betonplaat die op de nieuwe tunnel wordt gerealiseerd;
2. Het vervangen van de wissels door middel van een kruiswissel aan de oostzijde van station Groningen, nabij de Viaductstraat. Omdat daar in de huidige sporenlay-out ook al wissels liggen, is de verwachting dat de toename in trillingssterkte hier beperkt is. Deze optie is conform versie 7.0 van de tekeningen van variant B4).

Ook het verplaatsen van enkele wissels bij de keerveroorziening bij Groningen Losplaats, ten zuidoosten van station Groningen Europapark, is meegenomen in het onderzoek. Omdat optie 2 de grootste wijzigingen kent ten opzichte van het in het hoofdrapport beschreven onderzoek² (dat uitgaat van versie 6.0 van de tekeningen van variant B4), is hiervan een verschiltekening opgenomen in Figuur 1. Er zijn wijzigingen op vier locaties, in Figuur 1 als A, B, C en D genummerd. Op locatie A wordt een nieuw kruiswissel geplaatst in de Arrivasporen, dit kruiswissel vervangt de twee wissels bij de Verlengde Lodewijkstraat (locatie B), waar de wissels dus worden verwijderd. Op locatie C en D wordt de locatie van sporen en wissels geoptimaliseerd, waardoor deze licht verschuiven of verwijderd worden.

¹ Boon, ir. P.M., *Groningen Spoorzone, Onderzoek naar trillingshinder*, Movares Nederland B.V., D79-PBO-KA1400088, versie 3.0, 10 juli 2014

² idem

Memo

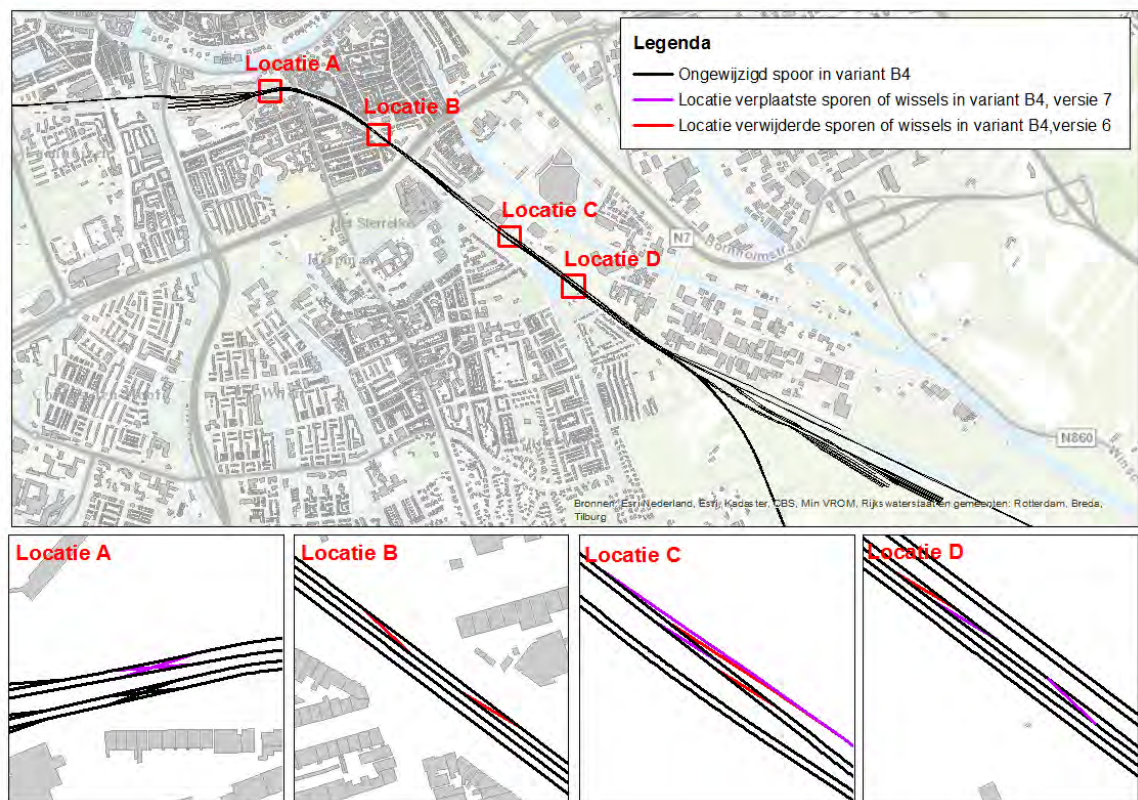
Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

Uitgangspunten

Als uitgangspunten voor de berekeningen fungeren de in het hoofdrapport gehanteerde uitgangspunten, waarbij voor de ligging van sporen, wissels en voor de tunnelconstructies aangepaste tekeningen zijn gebruikt. De nieuwe tekeningen zijn opgesomd in Tabel 1.

Tabel 1 Gewijzigde tekeningen

[1]	Tekeningen Groningen Spoorzone, Movares, C30-RVL-AU-1400012, versie 7.0, 6 augustus 2014
[2]	Tekeningen Groningen Aanpak Ring Zuid, referentieontwerp Helperzoomtunnel, D90-BTI-AU-1400007, versie 1.0, 19 maart 2014
[3]	Tekeningen Groningen Aanpak Ring Zuid, referentieontwerp Esperantotunnel / verdiepte ligging, D90-BTI-AU-1400008, versie 2.0, 16 juli 2014



Figuur 1 Sporenlay-outwijzigingen voor variant B4 versie 7.0 ten opzichte van B4 versie 6.0. Getoond is optie 2, waarbij de wissels van de Verlengde Lodewijkstraat worden verplaatst naar een locatie aan de oostzijde van station Groningen, nabij de Viaductstraat

Resultaten

De berekeningsresultaten zijn weergegeven in Figuur 2. Bij vergelijking van de resultaten met die in het hoofdrapport val op dat:

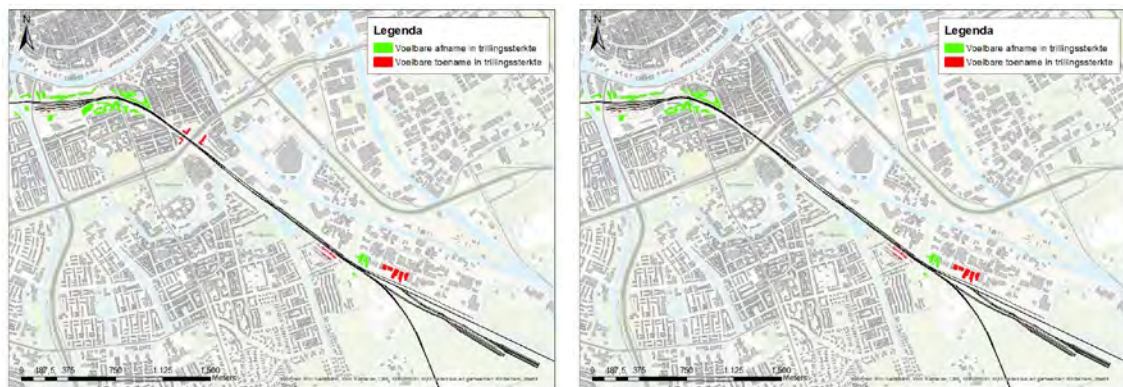
- Het optimaliseren van de locatie van de wissels bij de keervoorziening ten zuidoosten van station Groningen Europapark reduceert de toename in trillingshinder bij Tuinwijk beperkt;

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

- Optie 1, het verplaatsen van de wissels naar de Helperzoomtunnel (Ring Zuid), *verplaatst* de toename in trillingshinder. Het aantal adressen met bestemming *wonen* waar een voelbare toename in trillingshinder wordt verwacht, neemt echter wel af, en daarmee het aantal gehinderden. Dit komt doordat de wissels op deze locatie verder van de bebouwing af liggen, en doordat het gaat om nieuwere bebouwing met betonnen vloeren waar de invloed van wissels doorgaans beperkter is dan bij oude bebouwing met houten vloeren;
- Optie 2, het vervangen van de wissels door een kruiswissel ten oosten van het station, reduceert het aantal gebouwen met een voelbare toename in trillingshinder sterk. Er zijn geen gebouwen meer met een voelbare toename in trillingshinder bij de Verlengde Lodewijkstraat. De nieuwe kruiswissel bij de Viaductstraat zorgt er wel voor dat met name bij de Viaductstraat er geen voelbare afname meer is in trillingshinder, zoals het geval was bij versie 6.0 van variant B4. De trillingssterkte neemt echter niet voelbaar toe ten opzichte van de huidige situatie.

Optie 2 leidt tot het minste aantal gebouwen waar een voelbare toename in trillingshinder wordt verwacht. Er zijn bij deze optie geen gebouwen meer met bestemming *wonen* waar de trillingshinder voelbaar toeneemt, alleen nog enkele bedrijven aan de Rouaanstraat en opstallen in Tuinwijk. De trillingssituatie per adres in de plansituatie bij versie 6.0 en 7.0 is opgenomen in Bijlage II tot en met IV van dit memo. Hierbij worden alleen de adressen gepresenteerd waar wijzigingen optreden tussen versie 6.0 en 7.0, namelijk aan de oostzijde van station Groningen bij de Viaductstraat en de Stationsweg, de Verlengde Lodewijkstraat en Tuinwijk.



Figuur 2 Gebouwen met een voelbare toe- en afname bij optie 1 (links) en optie 2 (rechts), zie Bijlage 1 voor een grotere weergave van de figuren

Mitigerende maatregelen

Om de verwachte toename in trillingshinder bij de Rouaanstraat en Volkstuinvereniging Tuinwijk te reduceren, kunnen mitigerende maatregelen worden overwogen, zie het hoofdrapport³. Bij Tuinwijk zorgt met name de geplande realisatie van een wissel in het meest dichtbij gelegen spoor voor een toename in trillingshinder. Om de wissels bij Tuinwijk voldoende af te schermen zou een totale lengte van 212 meter aan bronmaatregelen nodig zijn, de totale investeringskosten bedragen dan ongeveer €2.3mln. Het effect van deze maatregel op de sterk diverse types opstallen (vooral houten schuren en tuinhuizen) kent echter een grote mate

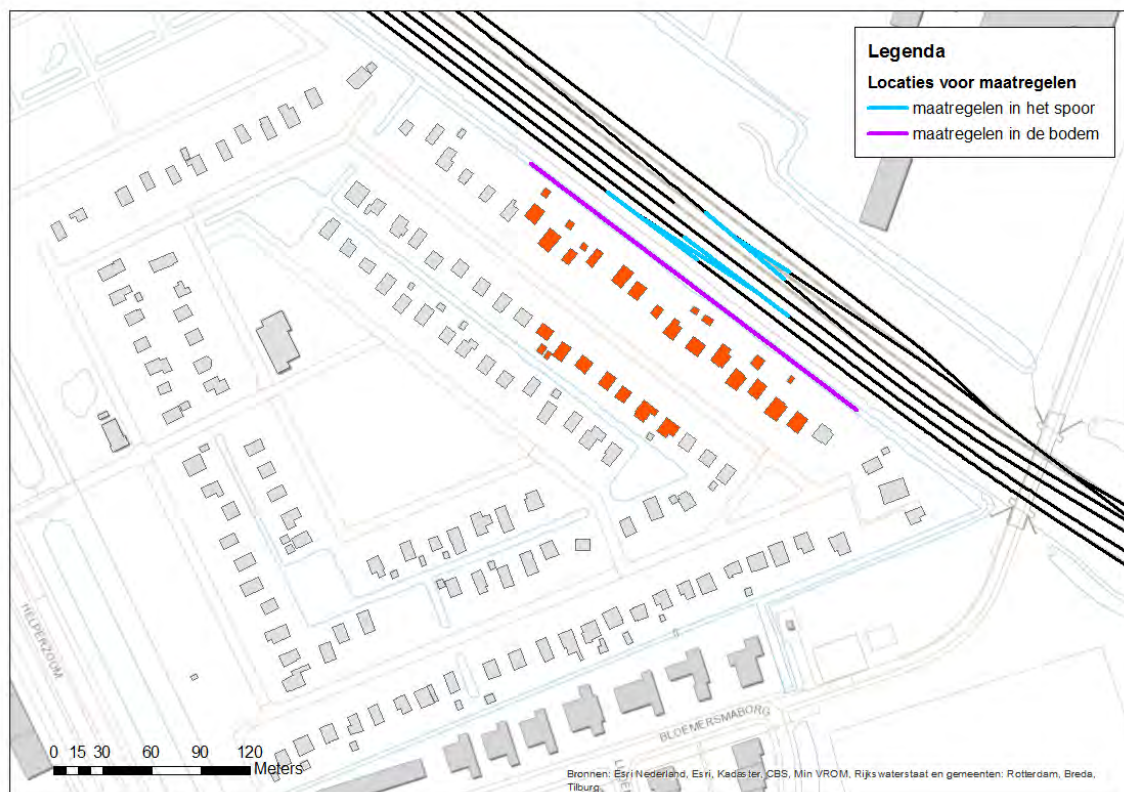
³ Boon, ir. P.M., *Groningen Spoorzone, Onderzoek naar trillingshinder*, Movares Nederland B.V., D79-PBO-KA1400088, versie 3.0, 10 juli 2014

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

van onzekerheid. Bij een keuze voor maatregelen in de bodem, tussen het spoor en de opstallen, is een lengte van 160 meter nodig bij Tuinwijk. Een effectieve maatregel, zoals het aanzienlijk verdiepen van de spoorvloot of het realiseren van een trillingsscherm van beton of jet-grout⁴ tussen het spoor en de spoorvloot, kent een totale investering tussen de €0.5 en €2.4 mln. De locaties voor maatregelen bij versie 7.0 zijn weergegeven in Figuur 3.

De kosten voor mitigerende maatregelen bij de Rouaanstraat zijn opgenomen in het eerder genoemde hoofdrapport.



Figuur 3 Locaties voor mitigerende maatregelen na versie 7.0, omgeving Tuinwijk

Conclusies

Het verplaatsen van de wissels van de Verlengde Lodewijkstraat naar de oostzijde van station Groningen, nabij de Viaductstraat, is een effectieve oplossing om een toename in trillingshinder bij de Verlengde Lodewijkstraat te voorkomen. De beoogde verplaatsing leidt niet tot een toename in trillingshinder bij de Viaductstraat, omdat daar in de huidige situatie al een groot aantal wissels liggen.

Ook het verplaatsen van enkele wissels bij de keervoorziening ten zuidoosten van station Groningen Europapark heeft een gunstig effect op het aantal opstallen in Tuinwijk waar een voelbare toename in trillingshinder optreedt.

⁴ Toepassingsmethode voor het aanbrengen van beton in de bodem. Beton wordt met behulp van een lans in de bodem geïnjecteerd en vermengd met grond. De reducerende werking van een trillingsscherm van jet-grout is bij gelijke afmetingen kleiner dan van een trillingsscherm van beton.

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

Na realisatie van versie 7.0 van variant B4 voor het project *Groningen Spoorzone*, zijn er geen gebouwen met bestemming *wonen* meer in het plangebied waar een voelbare toename in trillingshinder optreedt ten gevolge van het project.

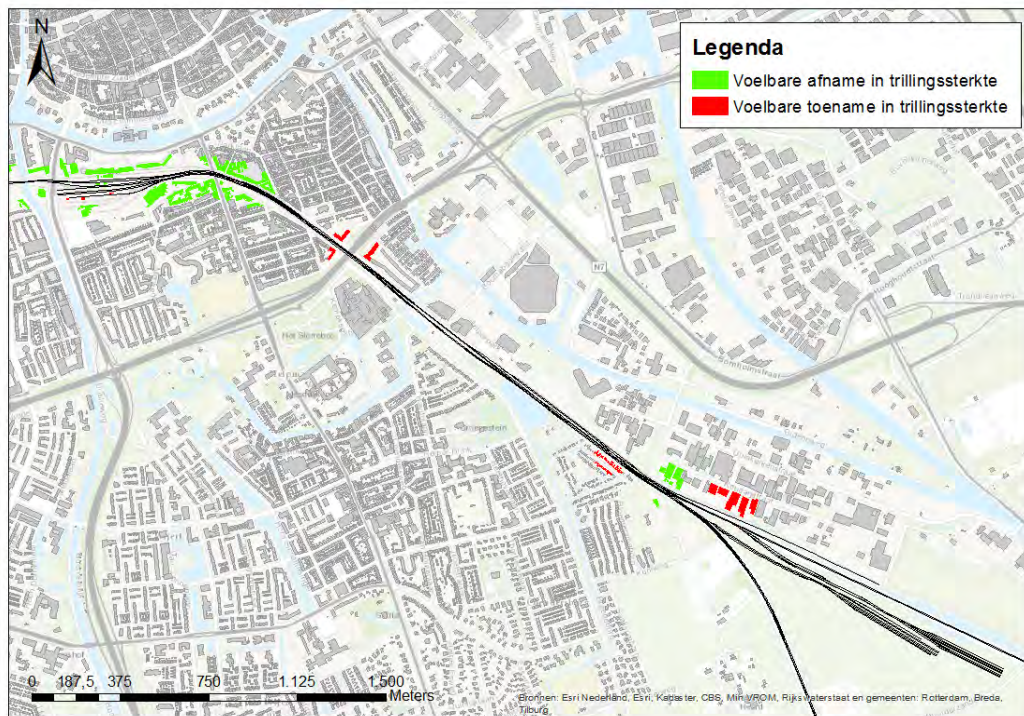
ir. P.M. Boon
Adviseur

Memo

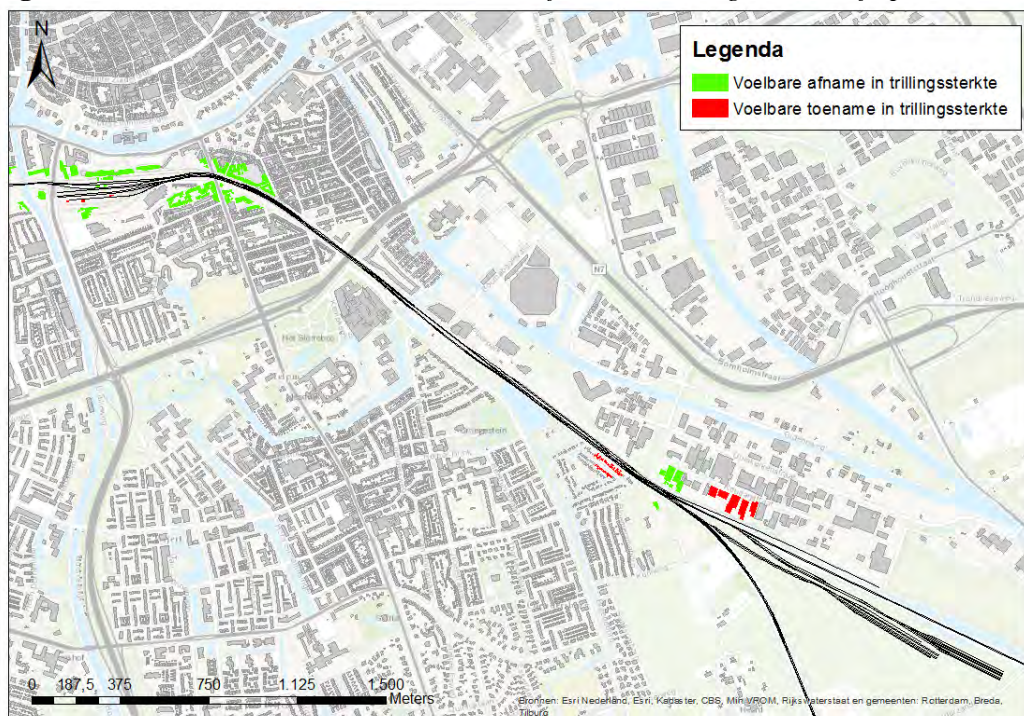
Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

Bijlage I – Resultaten berekeningen

In Figuur 4 en Figuur 5 zijn de resultaten uit Figuur 2 in groter formaat opgenomen.



Figuur 4 Gebouwen met een voelbare toe- en afname in trillingssterkte bij optie 1



Figuur 5 Gebouwen met een voelbare toe- en afname in trillingssterkte bij optie 2

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

Bijlage II – Trillingssituatie per gebouw, omgeving Verlengde Lodewijkstraat

De trillingssterkte V_{max} , de trillingsintensiteit V_{per} en de toename in trillingssterkte op de vloer van de bovenste verdieping, zoals opgenomen in Bijlage II van het hoofdrapport, zijn hieronder aangevuld met de resultaten van versie 7.0 voor de omgeving van de Verlengde Lodewijkstraat. In deze tabel kan de trillingssituatie in versie 6.0 met die in versie 7.0 op gebouwniveau worden vergeleken. Alleen de gebouwen in de omgeving van de Verlengde Lodewijkstraat waar een voelbare toename in trillingssterkte werd verwacht bij versie 6.0 van de sporenlay-out, zijn weergegeven in Tabel 2. De waarden hebben een betrouwbaarheidsinterval van 90 procent.

Tabel 2 Voorspelling trillingssituatie in gebouwen, omgeving Verlengde Lodewijkstraat

Adres	Functie	Bouwjaar	Bovenste verdieping, versie 6.0			Bovenste verdieping, versie 7.0		
			V_{max}	V_{per}	Toename	V_{max}	V_{per}	Toename
Blekerslaan 1	kantoor	1915	0.15-0.28	0.01-0.03	+33 tot +42%	0.11-0.21	0.01-0.02	-10 tot +5%
Kwintlaan 1	wonen	1994	0.25-0.38	0.03-0.04	+46 tot +46%	0.18-0.28	0.02-0.03	0 tot +8%
Kwintlaan 11	wonen	1994	0.22-0.32	0.02-0.03	+33 tot +41%	0.18-0.28	0.02-0.03	+6 tot +8%
Kwintlaan 13	wonen	1994	0.20-0.31	0.02-0.03	+35 tot +45%	0.18-0.27	0.02-0.03	+6 tot +8%
Kwintlaan 15	wonen	1994	0.20-0.30	0.02-0.03	+36 tot +45%	0.18-0.26	0.02-0.03	+4 tot +6%
Kwintlaan 17	wonen	1994	0.19-0.29	0.02-0.03	+38 tot +47%	0.17-0.26	0.02-0.03	+3 tot +8%
Kwintlaan 19	wonen	1994	0.18-0.27	0.02-0.03	+32 tot +35%	0.17-0.26	0.02-0.03	+3 tot +8%
Kwintlaan 3	wonen	1994	0.24-0.37	0.02-0.04	+42 tot +42%	0.16-0.25	0.02-0.03	+2 tot +9%
Kwintlaan 5	wonen	1994	0.23-0.35	0.02-0.04	+40 tot +48%	0.16-0.24	0.02-0.02	+2 tot +9%
Kwintlaan 7	wonen	1994	0.23-0.34	0.02-0.04	+36 tot +39%	0.15-0.23	0.02-0.02	+1 tot +10%
Kwintlaan 9	wonen	1994	0.22-0.34	0.02-0.04	+39 tot +42%	0.15-0.22	0.01-0.02	+1 tot +10%
Tweede Willemstraat 39	wonen	1938	0.15-0.28	0.01-0.03	+33 tot +42%	0.12-0.23	0.01-0.02	-1 tot +10%
Tweede Willemstraat 39a	wonen	1938	0.15-0.28	0.01-0.03	+33 tot +42%	0.12-0.23	0.01-0.02	-1 tot +10%
Tweede Willemstraat 39b	wonen	1938	0.15-0.28	0.01-0.03	+33 tot +42%	0.12-0.23	0.01-0.02	-1 tot +10%
Tweede Willemstraat 41	wonen	1938	0.16-0.30	0.02-0.03	+30 tot +40%	0.13-0.24	0.01-0.03	-1 tot +8%
Tweede Willemstraat 41a	wonen	1938	0.16-0.30	0.02-0.03	+30 tot +40%	0.13-0.24	0.01-0.03	+4 tot +8%
Tweede Willemstraat 41b	wonen	1938	0.16-0.30	0.02-0.03	+30 tot +40%	0.13-0.24	0.01-0.03	+4 tot +8%
Tweede Willemstraat 43	wonen	1938	0.17-0.32	0.02-0.03	+33 tot +36%	0.13-0.26	0.01-0.03	-1 tot +8%
Tweede Willemstraat 43a	wonen	1938	0.17-0.32	0.02-0.03	+33 tot +36%	0.13-0.26	0.01-0.03	-1 tot +8%
Tweede Willemstraat 43b	wonen	1938	0.17-0.32	0.02-0.03	+33 tot +36%	0.13-0.26	0.01-0.03	-1 tot +8%
Tweede Willemstraat 45	wonen	1938	0.17-0.33	0.02-0.03	+38 tot +41%	0.14-0.27	0.01-0.03	+8 tot +13%
Tweede Willemstraat 56	wonen	1935	0.15-0.28	0.01-0.03	+33 tot +35%	0.12-0.23	0.01-0.02	+9 tot +10%
Tweede Willemstraat 56a	wonen	1935	0.15-0.28	0.01-0.03	+33 tot +35%	0.12-0.23	0.01-0.02	+9 tot +10%
Tweede Willemstraat 56b	wonen	1935	0.15-0.28	0.01-0.03	+33 tot +35%	0.12-0.23	0.01-0.02	+9 tot +10%
Tweede Willemstraat 58	wonen	1938	0.16-0.30	0.02-0.03	+30 tot +40%	0.12-0.24	0.01-0.02	-2 tot +4%
Tweede Willemstraat 58a	wonen	1938	0.16-0.30	0.02-0.03	+30 tot +40%	0.12-0.24	0.01-0.02	-2 tot +4%
Tweede Willemstraat 58b	wonen	1938	0.16-0.30	0.02-0.03	+30 tot +40%	0.12-0.24	0.01-0.02	-2 tot +4%
Tweede Willemstraat 60	wonen	1935	0.17-0.32	0.02-0.03	+32 tot +33%	0.13-0.25	0.01-0.03	-2 tot +4%
Tweede Willemstraat 60a	wonen	1935	0.17-0.32	0.02-0.03	+32 tot +33%	0.13-0.25	0.01-0.03	-2 tot +4%
Tweede Willemstraat 60b	wonen	1935	0.17-0.32	0.02-0.03	+32 tot +33%	0.13-0.25	0.01-0.03	-2 tot +4%
Tweede Willemstraat 62	wonen	1939	0.18-0.34	0.02-0.04	+36 tot +39%	0.14-0.27	0.01-0.03	+8 tot +8%
Tweede Willemstraat 64	wonen	1939	0.18-0.36	0.02-0.04	+38 tot +38%	0.15-0.28	0.01-0.03	+7 tot +8%
Verlengde J. A. Feithstraat 23	wonen	1939	0.20-0.39	0.02-0.04	+26 tot +32%	0.16-0.31	0.02-0.03	-3 tot +2%
Verlengde J. A. Feithstraat 23a	wonen	1939	0.20-0.39	0.02-0.04	+26 tot +32%	0.16-0.31	0.02-0.03	-3 tot +2%
Verlengde J. A. Feithstraat 24	wonen	1939	0.21-0.41	0.02-0.04	+37 tot +39%	0.16-0.31	0.02-0.03	-2 tot +3%
Verlengde J. A. Feithstraat 25	wonen	1939	0.21-0.41	0.02-0.04	+37 tot +39%	0.16-0.31	0.02-0.03	-2 tot +3%

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

Verlengde J. A. Feithstraat 25a	wonen	1939	0.21-0.41	0.02-0.04	+37 tot +39%	0.16-0.31	0.02-0.03	-2 tot +3%
Verlengde J. A. Feithstraat 26	wonen	1939	0.21-0.41	0.02-0.04	+41 tot +41%	0.16-0.31	0.02-0.03	-1 tot +7%
Verlengde J. A. Feithstraat 26a	wonen	1939	0.21-0.41	0.02-0.04	+41 tot +41%	0.16-0.31	0.02-0.03	-1 tot +7%
Verlengde Lodewijkstraat 7	kantoor	1991	0.25-0.38	0.03-0.04	+36 tot +38%	0.20-0.30	0.02-0.03	+5 tot +7%
Verlengde Oosterweg 1	wonen	1915	0.25-0.49	0.03-0.05	+44 tot +50%	0.19-0.37	0.02-0.04	+6 tot +9%
Verlengde Oosterweg 10	wonen	1915	0.19-0.44	0.02-0.05	+33 tot +40%	0.16-0.37	0.02-0.04	+7 tot +12%
Verlengde Oosterweg 10a	wonen	1915	0.19-0.44	0.02-0.05	+33 tot +40%	0.16-0.37	0.02-0.04	+7 tot +12%
Verlengde Oosterweg 12	wonen	1915	0.25-0.48	0.03-0.05	+37 tot +48%	0.20-0.39	0.02-0.04	+10 tot +13%
Verlengde Oosterweg 14	wonen	1915	0.25-0.48	0.03-0.05	+41 tot +45%	0.20-0.39	0.02-0.04	+11 tot +15%
Verlengde Oosterweg 18	wonen	1934	0.20-0.38	0.02-0.04	+31 tot +33%	0.17-0.32	0.02-0.04	+6 tot +10%
Verlengde Oosterweg 18a	wonen	1934	0.20-0.38	0.02-0.04	+31 tot +33%	0.17-0.32	0.02-0.04	+6 tot +10%
Verlengde Oosterweg 18b	wonen	1934	0.20-0.38	0.02-0.04	+31 tot +33%	0.17-0.32	0.02-0.04	+6 tot +10%
Verlengde Oosterweg 2	wonen	1989	0.21-0.31	0.02-0.03	+41 tot +45%	0.16-0.24	0.02-0.03	+7 tot +9%
Verlengde Oosterweg 20	wonen	1936	0.19-0.37	0.02-0.04	+28 tot +33%	0.17-0.32	0.02-0.04	+6 tot +10%
Verlengde Oosterweg 20a	wonen	1936	0.19-0.37	0.02-0.04	+28 tot +33%	0.17-0.32	0.02-0.04	+6 tot +10%
Verlengde Oosterweg 21	wonen	1938	0.25-0.42	0.03-0.04	+44 tot +45%	0.20-0.33	0.02-0.04	+11 tot +14%
Verlengde Oosterweg 21a	wonen	1938	0.25-0.42	0.03-0.04	+44 tot +45%	0.20-0.33	0.02-0.04	+11 tot +14%
Verlengde Oosterweg 23	wonen	1938	0.25-0.42	0.03-0.04	+44 tot +45%	0.20-0.33	0.02-0.04	+11 tot +14%
Verlengde Oosterweg 25	wonen	1915	0.22-0.43	0.02-0.05	+43 tot +46%	0.18-0.34	0.02-0.04	+11 tot +13%
Verlengde Oosterweg 27	wonen	1915	0.22-0.42	0.02-0.05	+39 tot +40%	0.18-0.34	0.02-0.04	+11 tot +13%
Verlengde Oosterweg 29	wonen	1915	0.22-0.42	0.02-0.04	+40 tot +44%	0.18-0.34	0.02-0.04	+11 tot +13%
Verlengde Oosterweg 2a	wonen	1989	0.21-0.31	0.02-0.03	+41 tot +45%	0.16-0.24	0.02-0.03	+7 tot +9%
Verlengde Oosterweg 2b	wonen	1989	0.21-0.31	0.02-0.03	+41 tot +45%	0.16-0.24	0.02-0.03	+7 tot +9%
Verlengde Oosterweg 2c	wonen	1989	0.21-0.31	0.02-0.03	+41 tot +45%	0.16-0.24	0.02-0.03	+7 tot +9%
Verlengde Oosterweg 2d	wonen	1989	0.21-0.31	0.02-0.03	+41 tot +45%	0.16-0.24	0.02-0.03	+7 tot +9%
Verlengde Oosterweg 2e	wonen	1989	0.21-0.31	0.02-0.03	+41 tot +45%	0.16-0.24	0.02-0.03	+7 tot +9%
Verlengde Oosterweg 2f	wonen	1989	0.21-0.31	0.02-0.03	+41 tot +45%	0.16-0.24	0.02-0.03	+7 tot +9%
Verlengde Oosterweg 2g	wonen	1989	0.21-0.31	0.02-0.03	+41 tot +45%	0.16-0.24	0.02-0.03	+7 tot +9%
Verlengde Oosterweg 3	wonen	1895	0.25-0.48	0.03-0.05	+45 tot +50%	0.19-0.36	0.02-0.04	+7 tot +12%
Verlengde Oosterweg 5	wonen	1939	0.19-0.37	0.02-0.04	+37 tot +46%	0.15-0.29	0.02-0.03	+4 tot +7%
Verlengde Oosterweg 5a	wonen	1939	0.19-0.37	0.02-0.04	+37 tot +46%	0.15-0.29	0.02-0.03	+4 tot +7%
Verlengde Oosterweg 6	wonen	1915	0.21-0.47	0.02-0.05	+38 tot +42%	0.17-0.38	0.02-0.04	+6 tot +12%
Verlengde Oosterweg 6a	wonen	1915	0.21-0.47	0.02-0.05	+38 tot +42%	0.17-0.38	0.02-0.04	+6 tot +12%
Verlengde Oosterweg 8	wonen	1915	0.20-0.46	0.02-0.05	+35 tot +42%	0.17-0.38	0.02-0.04	+6 tot +12%
Verlengde Oosterweg 8a	wonen	1915	0.20-0.46	0.02-0.05	+35 tot +42%	0.17-0.38	0.02-0.04	+6 tot +12%
Verlengde Willemstraat 10	wonen	1906	0.29-0.55	0.03-0.06	+34 tot +37%	0.24-0.47	0.03-0.05	+9 tot +15%
Verlengde Willemstraat 10-1	wonen	1906	0.29-0.55	0.03-0.06	+34 tot +37%	0.24-0.47	0.03-0.05	+9 tot +15%
Verlengde Willemstraat 11	wonen	1906	0.29-0.56	0.03-0.06	+37 tot +37%	0.25-0.48	0.03-0.05	+14 tot +17%
Verlengde Willemstraat 12	wonen	1906	0.29-0.56	0.03-0.06	+33 tot +37%	0.25-0.48	0.03-0.06	+13 tot +16%
Verlengde Willemstraat 14	wonen	1906	0.29-0.56	0.03-0.07	+30 tot +38%	0.26-0.50	0.03-0.06	+13 tot +16%
Verlengde Willemstraat 15	wonen	1915	0.29-0.57	0.03-0.07	+33 tot +41%	0.26-0.51	0.03-0.06	+13 tot +19%
Verlengde Willemstraat 16	wonen	1915	0.30-0.57	0.03-0.07	+33 tot +41%	0.27-0.52	0.03-0.06	+13 tot +21%
Verlengde Willemstraat 17	wonen	1895	0.30-0.58	0.03-0.07	+32 tot +38%	0.27-0.53	0.03-0.06	+13 tot +20%
Verlengde Willemstraat 3	wonen	1895	0.29-0.55	0.03-0.06	+42 tot +45%	0.22-0.42	0.02-0.05	+1 tot +11%
Verlengde Willemstraat 3a	wonen	1895	0.29-0.55	0.03-0.06	+42 tot +45%	0.22-0.42	0.02-0.05	+1 tot +11%
Verlengde Willemstraat 4	wonen	1915	0.29-0.55	0.03-0.06	+41 tot +44%	0.22-0.43	0.02-0.05	+1 tot +10%
Verlengde Willemstraat 5	wonen	1906	0.29-0.55	0.03-0.06	+41 tot +44%	0.22-0.43	0.02-0.05	+5 tot +10%
Verlengde Willemstraat 6	wonen	1895	0.28-0.55	0.03-0.06	+41 tot +44%	0.23-0.44	0.02-0.05	+1 tot +13%

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

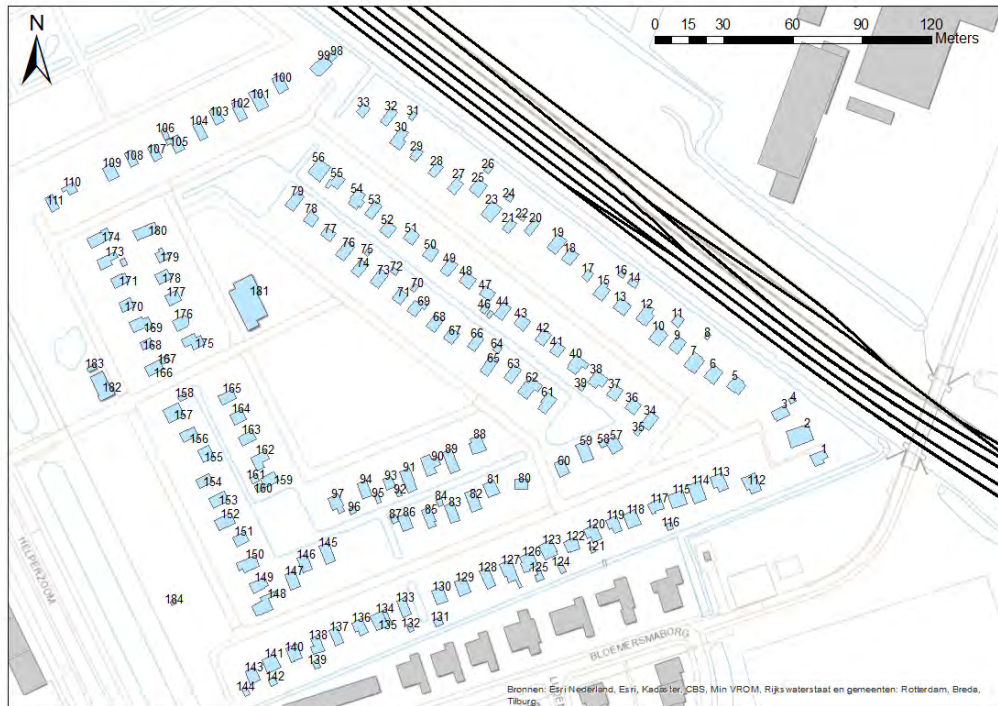
Verlengde Willemstraat 7	wonen	1906	0.28-0.55	0.03-0.06	+38 tot +41%	0.23-0.44	0.02-0.05	+1 tot +10%
Verlengde Willemstraat 8	wonen	1920	0.29-0.55	0.03-0.06	+38 tot +41%	0.23-0.45	0.02-0.05	+1 tot +13%
Verlengde Willemstraat 8a	wonen	1920	0.29-0.55	0.03-0.06	+38 tot +41%	0.23-0.45	0.02-0.05	+1 tot +13%
Verlengde Willemstraat 9	wonen	1915	0.29-0.55	0.03-0.06	+38 tot +41%	0.24-0.46	0.03-0.05	+9 tot +15%
Verlengde Willemstraat 9a	wonen	1915	0.29-0.55	0.03-0.06	+38 tot +41%	0.24-0.46	0.03-0.05	+9 tot +15%
Waterloolaan 29	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 30	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 31	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 32	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 33	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 34	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 35	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 36	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 37	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 38	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 39	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 40	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 41	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 42	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 43	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 44	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 45	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 46	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 47	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 48	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 49	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 50	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 51	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Waterloolaan 52	wonen	1983	0.27-0.40	0.03-0.05	+25 tot +36%	0.25-0.37	0.03-0.04	+14 tot +16%
Willemstraat 58	wonen	1866	0.18-0.35	0.02-0.04	+25 tot +32%	0.15-0.29	0.01-0.03	0 tot +4%
Willemstraat 60	wonen	1866	0.19-0.36	0.02-0.04	+29 tot +42%	0.15-0.29	0.01-0.03	0 tot +4%
Willemstraat 62	wonen	1866	0.20-0.38	0.02-0.04	+31 tot +33%	0.16-0.3	0.02-0.03	+3 tot +7%
Willemstraat 63	wonen	1870	0.19-0.36	0.02-0.04	+38 tot +48%	0.15-0.28	0.01-0.03	+7 tot +8%
Willemstraat 65	wonen	1870	0.19-0.37	0.02-0.04	+37 tot +46%	0.15-0.29	0.02-0.03	+7 tot +7%
Willemstraat 66	wonen	1866	0.20-0.39	0.02-0.04	+30 tot +37%	0.16-0.31	0.02-0.03	0 tot +3%
Willemstraat 68	wonen	1866	0.21-0.41	0.02-0.04	+36 tot +37%	0.16-0.32	0.02-0.03	0 tot +7%
Willemstraat 69	wonen	1915	0.21-0.40	0.02-0.04	+37 tot +38%	0.16-0.31	0.02-0.03	+7 tot +7%
Willemstraat 70	wonen	1866	0.22-0.42	0.02-0.04	+35 tot +39%	0.17-0.33	0.02-0.03	+6 tot +6%
Willemstraat 71	wonen	1870	0.21-0.41	0.02-0.04	+41 tot +41%	0.16-0.32	0.02-0.03	0 tot +10%
Willemstraat 72	wonen	1866	0.22-0.43	0.02-0.05	+34 tot +38%	0.17-0.33	0.02-0.04	-1 tot +3%
Willemstraat 73	wonen	1870	0.22-0.43	0.02-0.04	+43 tot +43%	0.17-0.33	0.02-0.03	+6 tot +10%
Willemstraat 74	wonen	1866	0.23-0.45	0.02-0.05	+36 tot +48%	0.18-0.34	0.02-0.04	+3 tot +6%
Willemstraat 75	wonen	1870	0.23-0.45	0.02-0.05	+41 tot +45%	0.18-0.34	0.02-0.04	+6 tot +6%
Willemstraat 76	wonen	1866	0.24-0.46	0.02-0.05	+39 tot +47%	0.18-0.35	0.02-0.04	0 tot +6%
Willemstraat 77	wonen	1870	0.24-0.46	0.02-0.05	+44 tot +48%	0.18-0.35	0.02-0.04	+6 tot +9%
Willemstraat 78	wonen	1939	0.20-0.39	0.02-0.04	+33 tot +34%	0.16-0.3	0.02-0.03	+3 tot +7%
Willemstraat 79	wonen	1870	0.25-0.48	0.03-0.05	+45 tot +47%	0.19-0.36	0.02-0.04	+9 tot +12%
Willemstraat 81	wonen	1870	0.26-0.49	0.03-0.05	+44 tot +48%	0.19-0.37	0.02-0.04	+6 tot +9%

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

Bijlage III - Trillingssituatie per gebouw, Tuinwijk

De opstallen in Tuinwijk zijn geen formele verblijfsobjecten en hebben daarom geen adres. In dit onderzoek heeft elke opstal daarom een uniek nummer gekregen, zie Figuur 6.



Figuur 6 Gehanteerde opstalnummers in Tuinwijk

Voor de opstallen waar een voelbare toename in trillingssterkte wordt verwacht bij versie 6.0 van variant B4 (nummers 5 tot en met 27 en 37 tot en met 48), is per nummer de trillingssituatie na realisatie van het project weergegeven in Tabel 2 met een betrouwbaarheidsinterval van 90 procent.

Tabel 3 Voorspelling trillingssituatie op maaiveld, Tuinwijk

Nummer	B4, versie 6.0			B4, versie 7.0		
	Vmax	Vper	Toename	Vmax	Vper	Toename
5	0.11-0.15	<0.01-0.02	+23 tot +31%	0.11-0.15	<0.01-0.01	+22 tot +29%
6	0.11-0.15	<0.01-0.02	+23 tot +32%	0.11-0.15	<0.01-0.02	+23 tot +31%
7	0.10-0.14	<0.01-0.02	+24 tot +34%	0.10-0.14	<0.01-0.02	+24 tot +34%
8	0.25-0.35	0.03-0.06	+21 tot +31%	0.25-0.35	0.03-0.06	+21 tot +31%
9	0.11-0.15	<0.01-0.02	+24 tot +40%	0.11-0.15	<0.01-0.02	+24 tot +40%
10	0.10-0.19	<0.01-0.03	+26 tot +52%	0.10-0.19	<0.01-0.03	+26 tot +52%
11	0.16-0.20	0.02-0.04	+21 tot +31%	0.16-0.20	0.02-0.04	+21 tot +31%
12	0.12-0.17	0.01-0.03	+18 tot +53%	0.12-0.17	0.01-0.03	+18 tot +53%
13	0.10-0.15	<0.01-0.02	+22 tot +54%	0.10-0.15	<0.01-0.02	+22 tot +54%
14	0.17-0.22	0.02-0.05	+13 tot +40%	0.17-0.22	0.02-0.05	+13 tot +40%
15	0.11-0.16	<0.01-0.02	+23 tot +53%	0.11-0.16	<0.01-0.02	+23 tot +53%
16	0.18-0.23	0.02-0.05	+15 tot +40%	0.18-0.23	0.02-0.05	+15 tot +40%
17	0.11-0.16	<0.01-0.02	+26 tot +54%	0.11-0.16	<0.01-0.02	+26 tot +54%
18	0.13-0.18	0.01-0.03	+36 tot +55%	0.13-0.18	0.01-0.03	+36 tot +55%

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

19	0.15-0.21	0.02-0.05	+40 tot +55%	0.15-0.21	0.02-0.05	+40 tot +55%
20	0.13-0.18	0.01-0.03	+32 tot +55%	0.13-0.18	0.01-0.03	+32 tot +55%
21	0.10-0.14	<0.01-0.02	+26 tot +54%	0.10-0.14	<0.01-0.02	+26 tot +54%
22	0.12-0.16	0.01-0.02	+28 tot +54%	0.12-0.16	0.01-0.02	+28 tot +54%
23	0.10-0.14	<0.01-0.02	+20 tot +52%	0.10-0.14	<0.01-0.02	+20 tot +52%
24	0.13-0.17	0.01-0.03	+18 tot +46%	0.13-0.17	0.01-0.03	+18 tot +46%
25	0.11-0.14	<0.01-0.02	+14 tot +35%	0.11-0.14	<0.01-0.02	+14 tot +35%
26	0.27-0.35	0.04-0.06	+10 tot +31%	0.27-0.35	0.04-0.05	+10 tot +30%
27	0.09-0.12	<0.01-0.01	+13 tot +32%	0.09-0.12	<0.01-0.01	+12 tot +29%
37	0.07-0.10	<0.01	+15 tot +31%	0.07-0.10	<0.01	+14 tot +28%
38	0.07-0.10	<0.01	+17 tot +32%	0.07-0.10	<0.01	+17 tot +31%
39	0.07-0.09	<0.01	+18 tot +34%	0.07-0.09	<0.01	+17 tot +29%
40	0.07-0.10	<0.01	+18 tot +34%	0.07-0.10	<0.01	+18 tot +34%
41	0.07-0.10	<0.01	+18 tot +34%	0.07-0.10	<0.01	+18 tot +34%
42	0.07-0.10	<0.01	+19 tot +34%	0.07-0.10	<0.01	+19 tot +34%
43	0.07-0.09	<0.01	+20 tot +35%	0.07-0.09	<0.01	+20 tot +35%
44	0.07-0.09	<0.01	+20 tot +35%	0.07-0.09	<0.01	+20 tot +35%
45	0.06-0.08	<0.01	+19 tot +34%	0.06-0.08	<0.01	+19 tot +34%
46	0.06-0.08	<0.01	+18 tot +34%	0.06-0.08	<0.01	+18 tot +34%
47	0.07-0.09	<0.01	+18 tot +33%	0.07-0.09	<0.01	+18 tot +32%
48	0.07-0.09	<0.01	+16 tot +32%	0.07-0.09	<0.01	+15 tot +28%

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

Bijlage IV - Trillings situatie per gebouw, oostzijde station Groningen, omgeving Viaductstraat

Voor de gebouwen ten oosten van Station Groningen, in de omgeving van de Viaductstraat, waar bij versie 7.0 geen voelbare afname in trillingshinder meer wordt verwacht (maar bij versie 6.0 wel), is per adres de trillings situatie na realisatie van het project weergegeven in Tabel 4 met een betrouwbaarheidsinterval van 90 procent.

Tabel 4 Voorspelling trillings situatie in gebouwen, omgeving Viaductstraat

Adres	Functie	Bouwjaar	Bovenste verdieping, versie 6.0			Bovenste verdieping, versie 7.0		
			V_{max}	V_{per}	Toename	V_{max}	V_{per}	Toename
Viaductstraat 15	wonen	1906	0.48-1.02	0.07-0.14	-31 tot -19%	0.52-1.09	0.08-0.16	-22 tot -14%
Viaductstraat 16	wonen	1915	0.53-1.11	0.07-0.14	-30 tot -17%	0.53-1.11	0.08-0.16	-25 tot -17%
Viaductstraat 14	wonen	1906	0.44-0.94	0.07-0.13	-31 tot -21%	0.51-1.07	0.08-0.15	-19 tot -11%
Stationsweg 8	kantoor	1986	0.20-0.30	0.02-0.03	-32 tot -14%	0.23-0.35	0.02-0.04	-18 tot 0%
Stationsweg 9	kantoor	1986	0.21-0.31	0.02-0.03	-30 tot -11%	0.24-0.36	0.02-0.04	-14 tot +3%
Stationsweg 7	kantoor	1986	0.19-0.29	0.02-0.03	-30 tot -15%	0.23-0.34	0.02-0.03	-15 tot 0%
Achterweg 1	kantoor	1978	0.16-0.24	0.02-0.03	-38 tot -27%	0.18-0.27	0.02-0.03	-29 tot -18%
Viaductstraat 12a	wonen	1915	0.36-0.81	0.04-0.11	-33 tot -24%	0.45-1.03	0.05-0.13	-17 tot -3%
Viaductstraat 6	wonen	1910	0.28-0.63	0.03-0.08	-30 tot -22%	0.34-0.77	0.04-0.09	-15 tot -5%
Viaductstraat 11	wonen	1910	0.35-0.80	0.04-0.11	-35 tot -24%	0.45-1.02	0.05-0.13	-17 tot -3%
Viaductstraat 8	wonen	1910	0.31-0.72	0.04-0.09	-34 tot -23%	0.40-0.91	0.04-0.11	-15 tot -2%
Viaductstraat 9	wonen	1910	0.33-0.74	0.04-0.10	-33 tot -23%	0.42-0.95	0.05-0.11	-14 tot -1%
Viaductstraat 5	wonen	1882	0.25-0.58	0.03-0.07	-32 tot -23%	0.30-0.68	0.03-0.08	-19 tot -9%
Viaductstraat 9a	wonen	1910	0.32-0.73	0.04-0.09	-33 tot -22%	0.41-0.92	0.05-0.11	-15 tot -2%
Viaductstraat 7	wonen	1890	0.14-0.28	0.02-0.03	-53 tot -32%	0.20-0.38	0.02-0.04	-29 tot -7%
Viaductstraat 8b	wonen	1910	0.30-0.69	0.03-0.09	-32 tot -22%	0.38-0.87	0.04-0.10	-14 tot -1%
Viaductstraat 7d	wonen	1890	0.14-0.26	0.01-0.03	-50 tot -33%	0.18-0.36	0.02-0.04	-29 tot -8%
Viaductstraat 10a	wonen	1910	0.33-0.75	0.04-0.10	-34 tot -23%	0.42-0.96	0.05-0.12	-16 tot -1%
Driehovenstraat 1	wonen	1882	0.24-0.56	0.03-0.07	-31 tot -21%	0.29-0.66	0.03-0.08	-17 tot -7%
Viaductstraat 12	wonen	1915	0.37-0.83	0.05-0.11	-35 tot -25%	0.47-1.06	0.06-0.13	-18 tot -4%
Viaductstraat 4	wonen	1882	0.24-0.55	0.03-0.06	-32 tot -21%	0.28-0.63	0.03-0.07	-18 tot -10%
Viaductstraat 7c	wonen	1890	0.14-0.27	0.01-0.03	-50 tot -31%	0.19-0.36	0.02-0.04	-29 tot -8%
Viaductstraat 9b	wonen	1910	0.31-0.72	0.04-0.09	-34 tot -22%	0.40-0.90	0.04-0.11	-15 tot -2%
Viaductstraat 8a	wonen	1910	0.31-0.70	0.04-0.09	-31 tot -22%	0.39-0.88	0.04-0.11	-13 tot -2%
Viaductstraat 6a	wonen	1910	0.27-0.62	0.03-0.07	-31 tot -22%	0.33-0.75	0.04-0.09	-15 tot -5%
Viaductstraat 7a	wonen	1890	0.14-0.27	0.02-0.03	-52 tot -34%	0.20-0.38	0.02-0.04	-28 tot -7%
Viaductstraat 13a	wonen	1934	0.53-0.86	0.07-0.11	-31 tot -23%	0.63-1.03	0.08-0.13	-15 tot -8%
Viaductstraat 13b	wonen	1934	0.49-0.80	0.06-0.11	-30 tot -25%	0.60-0.98	0.07-0.12	-14 tot -8%
Viaductstraat 10	wonen	1910	0.34-0.77	0.04-0.10	-35 tot -24%	0.44-0.99	0.05-0.12	-15 tot -2%
Viaductstraat 4-1	wonen	1882	0.27-0.52	0.03-0.06	-31 tot -27%	0.31-0.60	0.03-0.07	-21 tot -15%
Viaductstraat 12b	wonen	1915	0.35-0.79	0.04-0.10	-34 tot -23%	0.44-1.00	0.05-0.12	-17 tot -3%
Viaductstraat 11a	wonen	1910	0.34-0.78	0.04-0.10	-35 tot -23%	0.44-0.99	0.05-0.12	-15 tot -2%
Viaductstraat 10b	wonen	1910	0.32-0.74	0.04-0.09	-33 tot -22%	0.41-0.93	0.05-0.11	-15 tot -2%
Viaductstraat 7e	wonen	1890	0.14-0.27	0.01-0.03	-52 tot -32%	0.19-0.37	0.02-0.04	-29 tot -7%
Viaductstraat 13	wonen	1934	0.57-0.94	0.07-0.12	-31 tot -22%	0.66-1.08	0.08-0.14	-15 tot -10%
Viaductstraat 7b	wonen	1890	0.14-0.27	0.01-0.03	-52 tot -32%	0.19-0.37	0.02-0.04	-29 tot -7%
Viaductstraat 11b	wonen	1910	0.34-0.77	0.04-0.10	-32 tot -21%	0.42-0.96	0.05-0.12	-16 tot -2%
Viaductstraat 5b	wonen	1882	0.25-0.57	0.03-0.07	-31 tot -22%	0.29-0.67	0.03-0.08	-19 tot -8%

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1400113

Viaductstraat 5a	wonen	1882	0.26-0.58	0.03-0.07	-31 tot -22%	0.30-0.69	0.03-0.08	-17 tot -7%
Viaductstraat 7g	wonen	1890	0.13-0.26	0.01-0.03	-52 tot -32%	0.18-0.35	0.02-0.04	-28 tot -8%
Viaductstraat 6b	wonen	1910	0.27-0.61	0.03-0.07	-32 tot -20%	0.32-0.73	0.03-0.08	-16 tot -4%
Viaductstraat 7f	wonen	1890	0.14-0.26	0.01-0.03	-50 tot -33%	0.19-0.36	0.02-0.04	-28 tot -8%