

Nieuwbouw Ravensteinplein

Trillingsonderzoek metro

Status	definitief
Versie	001
Rapport	B.2023.0122.18.R001
Datum	25 september 2023



Colofon

Opdrachtgever	Woonzorg Nederland
Contactpersoon opdrachtgever	[REDACTED]
Project	Woonzorg - Nieuwbouw 64 woningen Ravensteinplein, Amsterdam
Betreft	Trillingsonderzoek metro
Uw kenmerk	-
Rapport	B.2023.0122.18.R001
Datum	25 september 2023
Versie	001
Status	definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Weerdjesstraat 70 6811 JE Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Contactpersoon	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
Auteur	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
Projectadviseur	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
2e lezer/secr.	RFE/PZW

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Situatie	5
2.1 Kavel	5
2.2 Spoor en treinmaterieel	5
3. Toetsingskader	6
4. Metingen	7
4.1 Meetomstandigheden	7
4.2 Meetpunten	7
4.3 Verwerking meetresultaten	8
5. Resultaten	9
6. Prognose	10
7. Conclusies	11

Bijlagen

Bijlage 1	Trillingsregistraties
-----------	-----------------------

1. Inleiding

In opdracht van Woonzorg heeft DGMR onderzoek gedaan naar de trillingsbelasting van de metro op het nieuwbouwproject Ravensteinplein in Amsterdam. Dit plan ligt op korte afstand van tramlijn Amsterdam Centraal/Isolatorweg - Gein. Hierdoor is er rekening te houden met trillingen van het spoor. Plan Ravenstein ligt naast metrostation Reigersbos.

Om de trillingsbelasting in beeld te brengen, zijn trillingsmetingen gedaan op de kavel en aan het naastgelegen appartementencomplex. Met deze gegevens en de kenmerken van de planinvulling is een trillingsprognose opgesteld. Deze is getoetst aan de hiervoor geldende streefwaarden uit de trillingsrichtlijn SBR-B. Als er aanvullende maatregelen nodig zijn om te voldoen aan de SBR-B, dan zijn deze op hoofdlijnen aangegeven.

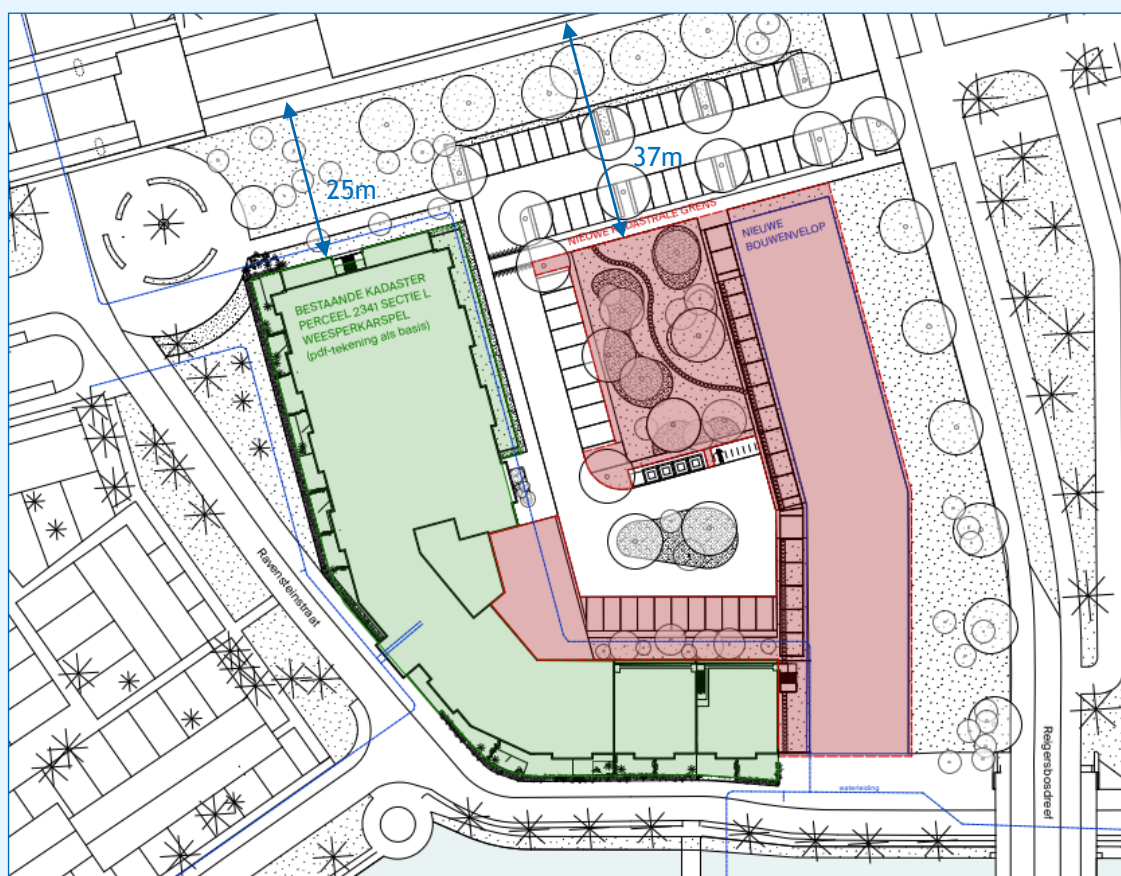
2. Situatie

2.1 Kavel

Bouwplan “Het Ravenstein” bestaat uit de bouw van een appartementencomplex.

Gemeente Amsterdam vraagt om een onderzoek naar de trillingsbelasting van de metro op het plan (figuur 1). Het complex ligt op circa 37 meter afstand van het nabijgelegen tramspoor.

Plan “Het Ravenstein” is aan de spoorzijde zeven bouwlagen hoog en bestaat uit een combinatie van betonbouw (kern) en houtbouw (CLT) voor zowel vloeren als wanden.



figuur 1: plan “Het Ravenstein”, Ravensteinplein Amsterdamplein

2.2 Spoor en treinmaterieel

Het tramspoor ligt ter hoogte van het complex op een aarden baan, op ongeveer 4,5 meter hoogte boven maaiveld. Op korte afstand zowel ten westen als ten oosten gaat deze aarden baan over in de spoorviaducten over de Ravensteinstraat en de Reigersbosdreef. Een verhoogde ligging op een aarden baan is over het algemeen gunstig qua trillingen. Overgangen naar kunstwerken (viaducten) kunnen echter weer aanleiding geven tot verhoogde trillingsopwekking.

Op de trajecten Amsterdam Centraal - Gein (lijn 54) en Isolatorweg - Gein (lijn 50), rijden metro's van GVB met 6 trams per uur per richting.

3. Toetsingskader

Het ministerie van I&W heeft in het jaar 2019 de “Handreiking nieuwbouw en spoortrillingen” uitgegeven, die in dit rapport wordt aangehouden. In deze handreiking wordt de SBR-B richtlijn “Trillingshinder voor personen in gebouwen” geadviseerd als toetsingskader voor trillingen. In deze richtlijn zijn de in tabel 1 weergegeven streefwaarden opgenomen voor nieuwbouw.

tabel 1: SBR-B - streefwaarden continue en herhaald voorkomende trillingen, nieuwe situaties

Gebouwfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

A1 = onderste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$; A2 = bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$

A3 = streefwaarde voor de gemiddeld effectieve waarde over de beoordelingsperiode V_{per} , wanneer $A1 < V_{\max} < A2$

Nieuwe woonbebouwing nabij een spoorlijn (metrolijn) voldoet aan de SBR-B als de maximale effectieve trillingssterkte $V_{\max}$ kleiner is dan 0,2 (nacht) en de gemiddelde trillingssterkte V_{per} niet hoger is dan 0,05. Als $V_{\max}$ kleiner is dan 0,1 dan komt de toetsing van de V_{per} te vervallen. Voor de toetsing worden meet- en prognosewaarden afgerond op het aantal decimalen van de streefwaarde.

4. Metingen

4.1 Meetomstandigheden

Omdat er weinig variatie zit in het metromaterieel, is gekozen voor een meetperiode van ongeveer vier uur. Dit is voldoende representatief voor alle metro's die langskomen. De metingen zijn uitgevoerd op dinsdag 5 september.

4.2 Meetpunten

Om inzicht te krijgen in de trillingsbelasting in de bodem en op aanwezige opstallen, zijn drie meetsystemen aangebracht in de bodem op verschillende afstanden tot het spoor (Mp1 t/m Mp3). Aanvullend hierop is er één meetsysteem gemonteerd aan de hoek van de bestaande bebouwing (Mp4) en is er één meetsysteem geplaatst op de bovenste verdieping (Mp5), eveneens in een hoek van het gebouw. De meetpunten zijn aangegeven in figuur 2. Alle sensoren zijn geplaatst met de X-richting haaks op en de Y-richting parallel aan het spoor. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de gebruikte meetsystemen.



figuur 2: meetposities

tabel 2: meetlocaties en systemen

Meetpunt	Afstand	Meetsysteem	Serienummer
Mp1	Bodem 37 meter	Profound Vibra SBR	VIB01044
Mp2	Bodem 75 meter	Profound Vibra SBR	VIBe1285
Mp3	Bodem 25 meter	Profound Vibra SBR	VIB01187
Mp4	Fundatie 25 meter	Semex-Engcon Menhir	19181112
Mp5	5e verdieping, hoek gebouw	Profound Vibra SBR	VIB0588

X-richting haaks op het spoor, Y parallel aan het spoor, Z-richting verticaal

4.3 Verwerking meetresultaten

Om alleen de invloed van treinpassages, zonder verstoringen, in beeld te brengen, zijn treinpassages en mogelijke verstoringen in de trillingsregistraties geïdentificeerd op basis van onderling vergelijk van de meetsystemen. Waar nodig (en mogelijk) zijn pieken in de registraties geverifieerd op basis van de camerabeelden (spoorgerichte camera). Verstoorde treinpassages zijn buiten beschouwing gelaten.

De meetsystemen meten de maximale trillingssterkte V_{top} en de voor trillingshinder maatgevende effectieve trillingssterkte V_{eff} . De V_{eff} wordt overeenkomstig de SBR-B gemeten in 30 seconden intervallen. Dit is voor identificatie van treinpassages en check op verstoringen te grof.

De identificatie van passages/verstoringen is daarom gedaan aan de hand van het trillingssignaal V_{top} , dat een 10x hogere resolutie heeft. Van de geïdentificeerde treinpassages (vrij van verstoringen) is vervolgens de bijbehorende effectieve trillingssterkte $V_{eff,max}$ geselecteerd voor verdere analyse en prognose. De hoogste $V_{eff,max}$ is de maatgevende V_{max} volgens de SBR-B richtlijn.

5. Resultaten

Bijlage 1 geeft een overzicht van de trillingsregistraties over de meetperiode van 12.30 tot 16.00 uur. Afgebeeld is de trillingssterkte V_{top} die, zoals in paragraaf 0 beschreven, wordt gebruikt voor de identificatie van metropassages en ander verkeer. De figuur laat zien dat er op de bodemmeetpunten Mp1 en Mp2, beide op ongeveer 30 meter afstand van de Reigersbosdreef, veel verstoring is door wegverkeer. Wegverkeer wekt veel hogere trillingen op dan de metropassages. Met name de stadsbussen en ander zwaar verkeer in zuidelijke richting wekken veel trillingen op als zij de verkeersdrempel met zebrapad voorlangs het metroviaduct passeren, zie figuur 3. De trillingssterkten V_{top} op het dichtbijgelegen bodemmeetpunt Mp1 (hemelsbreed 40 meter van het zebrapad) variëren tussen 0,3 en 0,55 mm/s en op Mp2 (75 meter van zebrapad) tussen 0,1 en 0,2 mm/s. De bijbehorende effectieve trillingssterkten V_{eff} liggen tussen 0,1 en 0,25 (mm/s) voor Mp1 en tussen 0,05 en 0,1 op Mp2.



figuur 3: Reigersbosdreef met verkeersdrempel (zebrapad) voor metroviaduct

Beschouwing trillingsopwekking trams

In bijlage 1 is te zien dat trams op de bodemmeetpunten Mp1 (37 m) en Mp3 (25 m) een trilniveau V_{top} opwekken onder 0,1 mm/s. De effectieve voor de mens relevante trillingssterkte V_{eff} is doorgaans niet hoger dan 0,07 met uitschieters tot 0,1. Daarbij moet worden opgemerkt dat bij veel passages enige bijdrage van het wegverkeer niet uit te sluiten valt. Bij Mp1 zijn de metropassages al snel verstoord door het vele wegverkeer. Metropassages zijn op bodemmeetpunt Mp2, dat op 75 meter afstand van de metrolijn ligt, niet meer herkenbaar.

Aan de fundatie (Mp4) en op de hoogste verdieping (Mp5) van de bestaande flat aan het Ravensteinplein worden tijdens trampassages geen hogere trillingssterkten V_{top} gemeten dan 0,05. Dit geldt voor alle meetrichtingen. De bijbehorende effectieve trilsterkten V_{eff} zijn niet hoger dan 0,03. Dit betekent dat de overdrachtsverzwakking van bodem naar gebouw voor deze flat minstens een factor 2 tot 3 bedraagt en dat er naar hoger gelegen verdiepingen ook geen versterking optreedt.

6. Prognose

Aan de bestaande flat aan het Ravensteinplein worden trillingssterkten V_{eff} gemeten van gemiddeld ongeveer 0,03, maar niet hoger dan 0,05. In de bodem nabij de flat (25 meter van spoor) trillingssterkten van 0,05 tot 0,07, maar zeker niet hoger dan 0,1.

Het nieuw te bouwen complex zal worden opgetrokken in houtbouw (CLT) en één laag hoger zijn dan de bestaande flat. Daarmee zal de gebouwmassa wat lager zijn dan de bestaande flat. Het nieuwe complex wordt net als het oude gefundeerd op palen. Per saldo valt de overdrachtsverzwakking van bodem naar gebouwfundatie mogelijk iets lager uit dan bij de bestaande flat, maar gerekend mag worden op minstens een factor 2 verzwakking. Van de bestaande flat is geen inzicht gekregen in de trillingsversterking van woningvloeren. Verwacht wordt dat deze versterking zeker niet meer zal bedragen dan een factor 2, maar mogelijk zelfs aanmerkelijk lager dan dat. Voor CLT vloeren die voldoen aan de hedendaagse eisen qua contactgeluid, zal de vloerversterking ook niet meer bedragen dan een factor 2. Dit afgezet tegen de verwachte trillingssterkten op fundatieniveau ($V_{\text{eff}} \leq 0,05$) zal de trillingssterkte op vloerniveau zeker niet meer bedragen dan 0,1 en daarmee dus niet voelbaar zijn. Dit betekent dat trillingssterkten nog onder de onderste streefwaarde (A1) uit de SBR-B blijven en daarmee een berekening van de gemiddelde trillingssterkte V_{per} niet aan de orde is. Deze is dus per definitie nul.

In tabel 3 zijn de resultaten van de prognose opgenomen voor de voorziene bouw, uitgevoerd in een combinatie van beton en houtbouw (CLT). Deze prognose geldt voor de qua trillingsopwekking maatgevende tram en de appartementen het dichtst bij het spoor, dus aan de noordzijde van het complex.

tabel 3: trillingsprognose V_{max} en V_{per} - Appartementencomplex “Het Ravenstein”

Gebouwtype	Afstand spoor	Bouwlagen	Richting	Trillingsprognose V_{max} (V_{per})
Appartementen “Het Ravenstein”, noordzijde (dichtst bij het spoor)	37 m	7	Horizontaal Verticaal	0,05 - 0,10 (--) 0,10 (--)

7. Conclusies

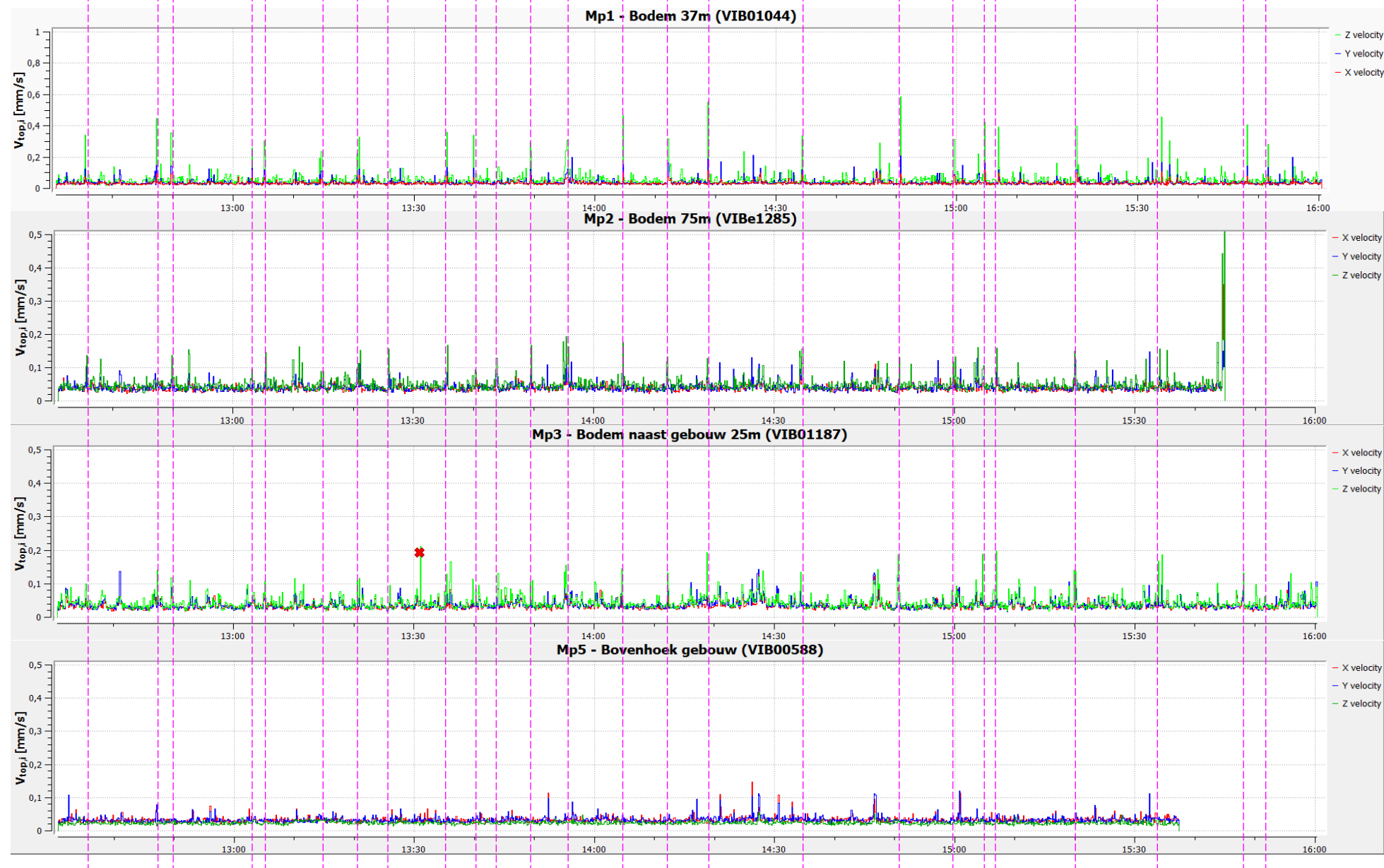
Tijdens de uitgevoerde trillingsmetingen op de kavel van de nieuwbouw “Het Ravenstein” zijn geen hoge trilniveaus ten gevolge van de metro’s gemeten. Trillingssterkten V_{eff} in de bodem op 25 meter afstand van het spoor zijn doorgaans niet hoger dan 0,07 en op de fundatie van de bestaande flat meestal niet hoger dan 0,03. Het nieuw te bouwen complex komt echter op 37 meter afstand van het spoor te staan. Hoewel de gebouwmassa van dit zeven verdiepingen tellende gebouw (houtbouw) mogelijk iets lager zal zijn dan de bestaande flat (beton), zullen de trillingssterkten nauwelijks hoger zijn. Verwacht wordt dat op de woningvloeren geen trillingssterkten V_{eff} optreden hoger dan 0,1. Trillingen als gevolg van trams zijn daarmee niet voelbaar en er wordt ook ruim voldaan aan de trillingseisen (SBR-B). Op grond hiervan zijn er geen specifieke maatregelen te treffen ter beheersing van trillingen van trams.


DGMR Bouw B.V.

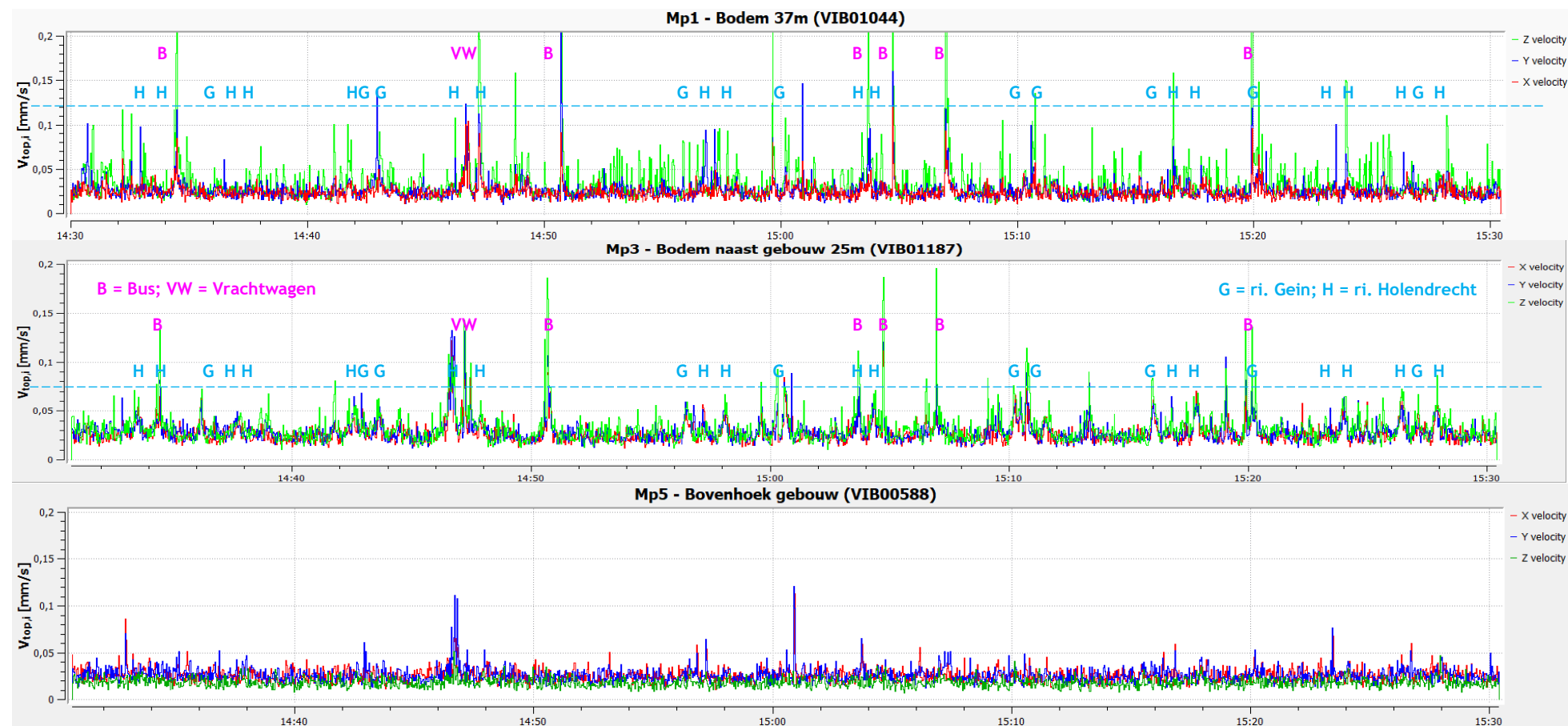
Bijlage 1

Titel	Trillingsregistraties
Omvang	1
Toelichting	Locatie Woonzorg, Ravenstein

Bussen & vrachtverkeer



Analyse Metropassages - 14:30 - 15:30

Toelichting

Metropassages zijn net herkenbaar in de twee bodemmeetpunten Mp1 en Mp3 die het dichtst bij het spoor liggen (25 en 37 meter). Trillingssterkten $V_{top} \leq 0,1$ met uitschieters tot hooguit 0,15. Trillingssterkten $V_{eff} \leq 0,07$ tot max 0,1. Door metro's opgewekte trillingen zijn dus niet voelbaar in de bodem op 25 meter van het spoor. Stadsbussen en vrachtwagens op de Reigersbosdreef wekken meer trillingen op, vooral op meetpunt Mp1 dat op 40 meter afstand van de verkeersdrempel met zebrapad (voorlangs het metroviaduct) ligt. Hier worden trillingssterkten V_{top} van 0,2 tot 0,55 mm/s geregistreerd met bijbehorende effectieve trillingssterkten van 0,1 tot 0,25. Zelfs op bodemmeetpunt Mp3, op 70 meter afstand van het zebrapad, zijn de trillingssterkten ($V_{top} \approx 0,1 - 0,25$) door passerende bussen nog hoger dan de trillingen afkomstig van de metrolijn ($V_{top} \approx 0,07 - 0,10$) op 25 meter afstand. Kijkend naar de simultaan gemeten trillingssterkten op de noordoostelijke hoek van het Ravensteingeboouw dan is te zien dat de trillingssterkten V_{top} op de bovenste verdieping zowel bij metropassages als bij verkeerspassages niet boven 0,1 uitkomen en de effectieve trillingssterkten meestal niet boven 0,05. In verticale richting zelfs niet veel hoger dan 0,03.