



**Onderzoek naar trillingen ten gevolge van
railverkeer ter plaatse van een nieuw te
realiseren appartementengebouw aan de Ter
Coulsterlaan te Heiloo**

*Onderzoek t.b.v. de ruimtelijke onderbouwing van het
bestemmingsplan*



Onderzoek naar trillingen ten gevolge van railverkeer ter plaatse van een nieuw te realiseren appartementengebouw aan de Ter Coulsterlaan te Heiloo

*Onderzoek t.b.v. de ruimtelijke onderbouwing van het
bestemmingsplan*

opdrachtgever	DNS Planvorming B.V.
rapportnummer	H 8433-2-RA-002
datum	15 december 2022
referentie	HH/THa//H 8433-2-RA-002
verantwoordelijke	ir. J.A. Huizer
opsteller	ing. T.J.D. Hallegraeff +31 85 8228741 t.hallegraeff@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 85 822 87 00, zoetermeer@peutz.nl, www.peutz.nl
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – eindhoven – düsseldorf – dortmund – berlijn – nürnberg – leuven – parijs – lyon

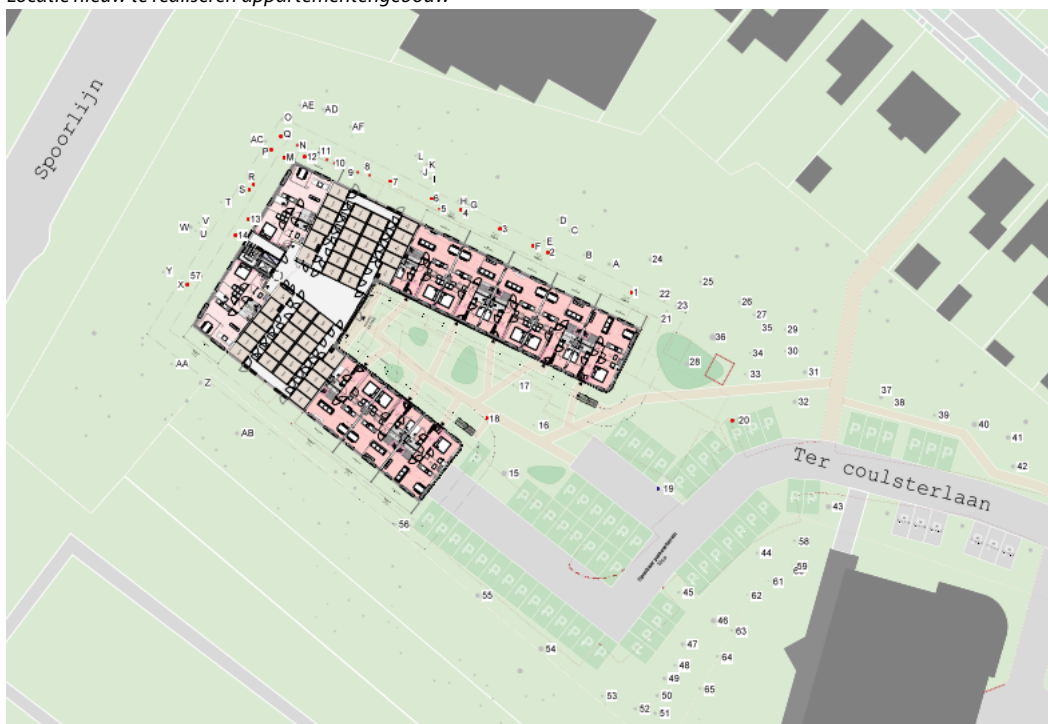
Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Streefwaarden trillingniveaus	5
3	Situatieschets	6
4	Metingen	7
4.1	Meetmethode en instrumenten	7
4.2	Resultaten van de metingen	7
4.3	Trillingniveaus op locatie woningen	8
5	Beoordeling en conclusie	10

1 Inleiding

In opdracht van DNS Planvorming B.V. is een onderzoek uitgevoerd naar de te verwachten trillingniveaus ter plaatse van te realiseren appartementengebouw met 46 woningen op de locatie Ter Coulsterlaan 1-21 te Heiloo. Op deze locatie wordt het bestaande appartementengebouw gesloopt, waarna een nieuw appartementengebouw met 46 woningen wordt teruggebouwd. In figuur 1.1 de nieuwe situatie weergegeven.

f1.1 Locatie nieuw te realiseren appartementengebouw



De woningen zijn gelegen binnen het bestemmingsplan Heiloo Middengebied vastgesteld op 1 maart 2010. Er wordt voor het nieuwbouwproject een nieuwe bestemmingsplan vastgesteld.

Gegeven de korte afstand (minimaal 24 meter tot de dichtstbijgelegen spoorstaaf) van de gevellijn die het dichtst bij de spoorbaan is gesitueerd, zijn voelbare trillingen in de woningen op voorhand niet uit te sluiten waardoor onderzoek noodzakelijk is als onderdeel van de ruimtelijke onderbouwing in het bestemmingsplan.

2 Streefwaarden trillingniveaus

Op het gebied van trillingen bestaan geen wettelijke grenswaarden voor optredende trillingniveaus in kantoren vanwege railverkeer. Om een goed werk- en leefklimaat te garanderen wordt getoetst aan de streefwaarden uit de Richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" uit augustus 2002 van de Stichting Bouwresearch (SBR Richtlijn B). De streefwaarden hebben betrekking op voelbare trillingen tot 100 Hz. Boven de 100 Hz zijn trillingen door de mens over het algemeen niet meer voelbaar.

Conform SBR Richtlijn B worden voor wonen in nieuwe situaties, waarbij sprake is van herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (waarvan bij trillingen veroorzaakt door spoorwegen sprake is), de in tabel 2.1 gegeven streefwaarden gehanteerd.

De gegeven streefwaarden betreffen dimensieloze eenheden, waarin de frequentieafhankelijke waardering van trillingen door mensen is verwerkt (vergelijkbaar met de A-weging voor geluid).

t2.1 Overzicht streefwaarden conform de Richtlijn SBR-B voor de gebouwfunctie wonen in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd

Periode	A ₁	A ₂	A ₃
Dagperiode (07.00 – 19.00 uur)	0,1	0,4	0,05
Avondperiode (19.00 – 23.00 uur)	0,1	0,4	0,05
Nachtperiode (23.00 – 07.00 uur)	0,1	0,2 ¹	0,05

De streefwaarden in tabel 2.1 betreffen de zogenoemde $V_{\max}$ waarden. Conform de richtlijn is dit één van de twee volgende waarden:

- de hoogst gemeten trillingsnelheid per interval van 30 seconden ($v_{\text{eff,max},30,i}$);
- de statistische verwerking ($v_{\text{eff,max,stat}}$) van de vijftien meest maatgevende gemeten waarden van $v_{\text{eff,max},30,i}$.

De optredende trillingniveaus voldoen aan de streefwaarden indien voldaan wordt aan één van onderstaande twee voorwaarden:

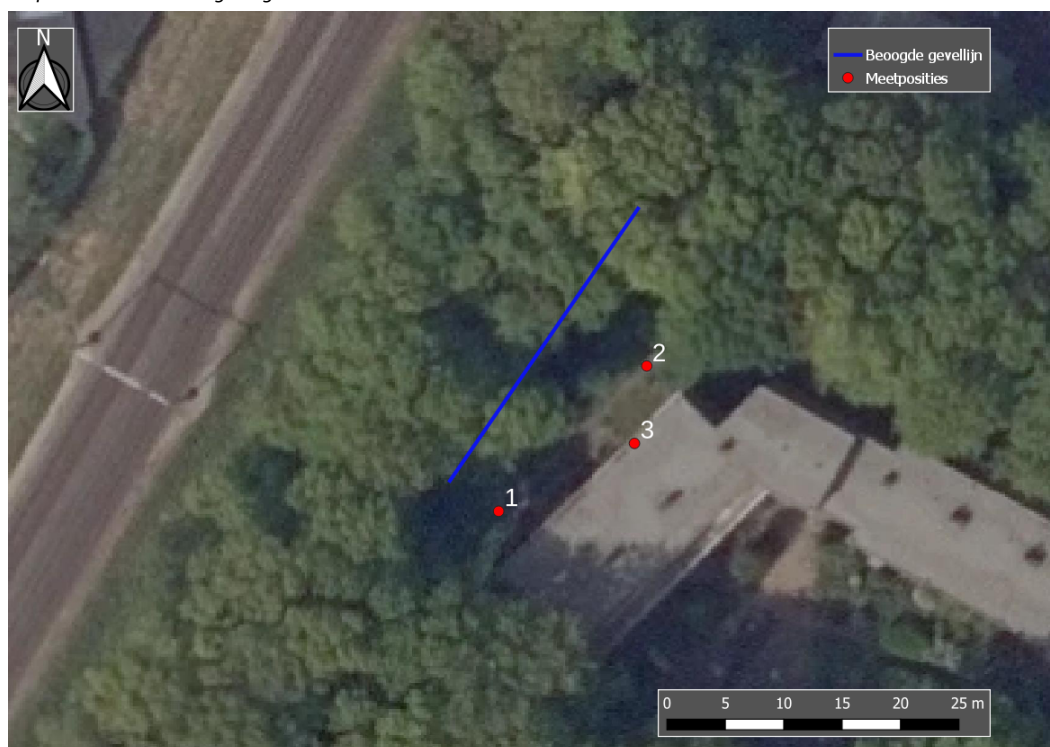
- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ($V_{\max}$) is kleiner dan A_1 ;
- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ($V_{\max}$) is kleiner dan A_2 waarbij de kwadratisch gemiddelde trillingsterkte over de beoordelingsperiode in deze ruimte (V_{per}) kleiner is dan A_3 .

1 Trillingniveaus tot 0,2 zijn in het algemeen nog (zeer) licht voelbaar door mensen.

3 Situatieschets

De beoogde woningbouwlocatie bevindt zich aan de Ter Coulsterlaan 1-21 te Heiloo. De beoogde gevellijn en de gehanteerde meetposities zijn weergegeven in de figuren 1.1 (hoofdstuk 1) en 3.1. Wegens de dichte begroeiing hebben de metingen op maaiveld niet plaats kunnen vinden op de gevellijn van de beoogde bebouwing. Deze meetposities zijn gepositioneerd op circa 4 meter vanaf de gevellijn van de huidige bebouwing. Deze trillingniveaus zijn vervolgens omgerekend naar de trillingniveaus die zouden optreden op de beoogde gevellijn.

f3.1 De planlocatie in de omgeving van de Ter Coulsterlaan



Er bevinden zich twee spoorlijnen (één voor beide richtingen) waar verschillende typen treinen rijden, te weten:

- Intercity (DDM);
- Sprinter.

4 Metingen

4.1 Meetmethode en instrumenten

De trillingmetingen zijn uitgevoerd conform de SBR Richtlijn B. De trillingmetingen zijn uitgevoerd met behulp van trillingrecorders, fabricaat SYSCOM, type MR3000C met geïntegreerde xyz-opnemer. De trillingopnemer is een triaxiale snelheidssensor en heeft een frequentiebereik van 1 tot 315 Hz.

De metingen zijn geanalyseerd met behulp van analyse programma geschreven in Octave, fabricaat Peutz.

De metingen zijn verricht op vrijdag 16 mei van circa 9:30 uur tot en met circa 14:30 uur. In deze periode vonden meer dan 49 treinpassages plaats.

4.2 Resultaten van de metingen

Alle $V_{\max}$ trillingniveaus zijn afgeleid uit alle gemeten maximale effectieve trillingsnelheden $v_{\text{eff,max}}$, die over de meetperiode per passage per interval van 30 seconden worden bepaald. Hierbij wordt de gemeten trillingsnelheid frequentieafhankelijk gewogen volgens de weegfunctie die is opgenomen in de SBR-B. De weegfunctie is bedoeld om frequenties waarbij het menselijk waarnemingsvermogen is verminderd, ook minder in de beoordeling te betrekken. De dimensieloze effectieve waarde $v_{\text{eff,max}}$ is per passage bepaald voor de horizontale richtingen 'x' (evenwijdig aan het spoor) en 'y' (loodrecht op het spoor) en de verticale richting 'z' (loodrecht op de bodem).

Meetpositie 1 is gesitueerd op 28 meter gemeten vanaf de dichtstbijgelegen spoorstaaf. De dichtstbijgelegen gevel van de geprojecteerde woning gericht naar het spoor is gelegen op circa 24 m vanaf de dichtstbijgelegen spoorstaaf. Vanwege de enigszins kleinere afstand tot het spoor zullen op de afstand van 24 m enigszins hogere trillingniveaus optreden dan op de meetpositie op 28 m afstand. Dit geldt tevens voor meetpositie 2 waar de meetafstand circa 32 meter bedraagt en de woningen op circa 26 meter geprojecteerd zijn.

Meetpositie 3 (binnen) is gebruikt om inzicht te verkrijgen in de overdracht van trillingen vanuit de bodem naar de bestaande bebouwing.

De gemeten trillingniveaus op de meetposities 1 en 2 zijn grafisch opgenomen in bijlage 1. De weergegeven trillingniveaus betreffen de hoogst gemeten trillingsnelheid per interval van 30 seconden. Deze trillingniveaus zijn gemeten op de meetposities die zijn weergegeven in figuur 3.1. De niveaus zijn dus nog niet geschaald naar de te verwachten trillingniveaus op de beoogde gevellijn. Die geschaalde trillingniveaus zijn gegeven in paragraaf 4.1.

De spectrale gegevens van een maatgevende treinpassage is voor iedere meetpositie opgenomen in bijlage 2.

4.3 Trillingniveaus op locatie woningen

Voor de af- of toename van trillingen met de afstand kan gebruik gemaakt worden van de formule van Barkan voor oppervlaktegolven, die in de onderhavige situatie gezien de afstand tussen het spoor en de woning maatgevend zijn:

$$H_{bodem}(f) = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{x_1}{x_2}} \times e^{-\rho \pi f (x_2 - x_1)}$$

waarin:

- v_i : trillingsnelheid in bodem op punt i [m/s];
- x_i : afstand tot trillingbron op punt i [m];
- ρ : bodemconstante [s/m];
- f : frequentie [Hz].

Als een trillingniveau v_1 is gemeten op een afstand x_1 vanaf de trillingbron, dan wordt met deze formule van Barkan het trillingniveau v_2 berekend op een afstand x_2 vanaf diezelfde trillingbron. Bij gebruik van de formule wordt rekening gehouden met de afstand tussen meetpunt en feitelijke trillingbron, om vervolgens het trillingniveau te bepalen op een andere afstand ten opzichte van de trillingbron. Met de *verhouding* (x_1/x_2) van beide afstanden is deze eerste afstand tussen meetpunt en trillingbron verdisconteerd.

In de formule van Barkan staat de eerste term voor de geometrische uitbreiding van het golffront.

De tweede term (exponentiële term) staat voor de demping in de bodem (weerstand of wrijving). Deze demping (door wrijving in de bodem) is enerzijds afhankelijk van de bodemsamenstelling, anderzijds afhankelijk van de golflengte, ofwel de frequentie.

Volgens Amick² bedraagt de bodemconstante ρ voor een slappe, zachte bodem (bijvoorbeeld veen) $6 \cdot 10^{-4}$ tot $2 \cdot 10^{-3}$ s/m. Voor een stevigere bodem (zand, klei) bedraagt de bodemconstante ρ ongeveer $2 \cdot 10^{-4}$ tot $6 \cdot 10^{-4}$ s/m.

Vanwege de zandbodem op de eerste meters op de bouwlocatie kan een bodemconstante verwacht worden van orde grootte $\rho = 4,8 \cdot 10^{-4}$ s/m. Op de beoogde geveelijn zijn de trillingniveaus bij de maatgevende frequenties daarmee maximaal 28% hoger dan de gemeten trillingniveaus op de meetposities 1 en 2.

De trillingniveaus voor de vijftien meest maatgevende treinpassages zijn voor elke meetpositie weergegeven in tabel 4.1. Hierin is tevens de berekende $v_{\text{eff,max,stat}}$ voor iedere

2 "A frequency-dependent soil propagation model", Amick, H. SPIE Conference, 1999.

meetpositie opgenomen. Voor meetpositie 1 en 2 zijn de trillingniveaus omgerekend naar de verwachte trillingniveaus op de gevellijn, dus de toename van 28% is in rekening gebracht.

De meetresultaten op positie 3 geven tezamen met de meetresultaten op de posities 1 en 2 inzicht in de trillingoverdracht naar het bestaande appartementengebouw. Deze overdracht kan vervolgens inzicht geven in de optredende trillingniveaus in de beoogde bebouwing. De reductiefactor die optreedt voor de trillingniveaus op:

- meetpositie 1 naar meetpositie 3 in de x-, y-, en z-richting is respectievelijk 2,9, 4,2 en 1,9;
- meetpositie 2 naar meetpositie 3 in de x-, y-, en z-richting is respectievelijk 2,8, 5,0 en 1,8.

Aldus is zeker in vooral de horizontale richtingen maar ook in de verticale richting sprake van afname van gemeten trillingniveau op maaiveld naar gebouw. Deze reductiefactoren zijn in rekening gebracht op de trillingniveaus op maaiveld naar de verwachten trillingniveaus in de woningen. De in de woningen te verwachten trillingniveaus zijn eveneens in tabel 4.1 gegeven.

t4.1 Optredende trillingniveaus op de gevellijn ter hoogte van de meetposities 1 en 2 en in de woningen

Gevellijn, ter hoogte van positie 1			Gevellijn, ter hoogte van positie 2		
V _{eff,max,30,i}					
X	Y	Z	X	Y	Z
0,15	0,23	0,17	0,21	0,24	0,23
0,12	0,22	0,14	0,15	0,21	0,19
0,11	0,20	0,13	0,15	0,20	0,18
0,10	0,20	0,13	0,15	0,20	0,18
0,10	0,17	0,12	0,13	0,19	0,17
0,10	0,16	0,12	0,13	0,20	0,17
0,10	0,16	0,12	0,13	0,19	0,15
0,10	0,16	0,11	0,13	0,18	0,15
0,09	0,15	0,10	0,12	0,17	0,15
0,09	0,14	0,10	0,12	0,17	0,15
0,09	0,15	0,10	0,13	0,17	0,14
0,09	0,15	0,10	0,12	0,18	0,13
0,09	0,14	0,09	0,11	0,17	0,13
0,09	0,13	0,09	0,11	0,17	0,13
0,09	0,13	0,09	0,12	0,17	0,11
V _{eff,max,stat}					
0,13	0,24	0,16	0,18	0,23	0,22
V _{per}					
0,04	0,07	0,04	0,05	0,07	0,05
V _{eff,max,stat} in de bebouwing					
0,05	0,06	0,09	0,08	0,05	0,13
V _{per} in de bebouwing					
0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03

Bovenstaande gemiddelde trillingniveaus V_{per} betreffen de huidige gemiddelde trillingniveaus in de dag- en avondperiode. In de nachtperiode zijn de gemiddelde trillingniveaus veel lager omdat het aantal passerende treinen in de nachtperiode veel lager is.

Volgens het tracébesluit OTB-PHS Alkmaar-Amsterdam gaat het aantal treinen in de dagperiode van 4 intercity's en 4 sprinters per uur naar 6 intercity's en 6 sprinters per uur. Dit resulteert in een V_{per} in de dagperiode een factor 1,5 hoger.

Resumerend zijn de volgende beoordelingsgrootheden bepaald in de woningen, daarbij rekening houdend met de werkelijk afstand van de gevellijn tot de spoorlijn, de reductie vanwege de gebouwfundering en de toename van het aantal treinpassages conform het OTB-PHS Alkmaar-Amsterdam:

- V_{max}^3 :
 - horizontaal X-richting: 0,08
 - horizontaal Y-richting: 0,06
 - verticaal Z-richting: 0,13
- V_{per}^3 :
 - horizontaal X-richting: $0,03 - 0,02 - < 0,02$ (dag – avond – nacht)
 - horizontaal Y-richting: $0,03 - 0,02 - < 0,02$ (dag – avond – nacht)
 - verticaal Z-richting: $0,04 - 0,03 - < 0,03$ (dag – avond – nacht).

De reductie van de trillingniveaus van maaiveld naar bebouwing is gemeten nabij de gevel. Het is mogelijk dat de trillingniveaus in het midden van een vloerveld hoger zullen worden omdat de eigenfrequenties van vloeren kunnen worden aangestoten. Er dient daarom rekening gehouden te worden in het ontwerp met de eigenfrequentie van vloeren, deze dienen niet in het frequentiebereik van 10 tot en met 16 Hz te liggen.

5 Beoordeling en conclusie

De optredende trillingniveaus op maaiveld bij de beoogde gevellijn voldoen in beginsel (net) niet aan streefwaarden A_1 , A_2 en A_3 . De trillingen in de bestaande bebouwing zijn veel lager in sterkte dan op maaiveldniveau. Een zwaar en stijf gebouw leidt in het algemeen tot een reductie van trillingen op maaiveld. Als de gemeten reductie mee wordt genomen in de beoordeling wordt ruimschoots voldaan aan de streefwaarden.

Bij de te verwachten reductie van maaiveld naar de beoogde woningen zoals gemeten en gerapporteerd (zie paragraaf 4.3) zal:

- $V_{\max}$ niet hoger zijn dan de streefwaarde A_2
- V_{per} niet hoger zijn dan streefwaarde A_3 van 0,05. Ook bij de nieuwe dienstregeling volgens het de OTB-PHS Alkmaar-Amsterdam zal voldaan worden.

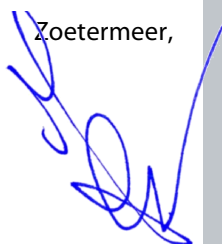
Aldus bestaat er zekerheid dat woningbouw op de planlocatie kan voldoen aan de streefwaarden voor de maximaal toelaatbare trillingniveaus.

Wel dient tijdens het constructieve ontwerp te zijner tijd bij de keuze van vloertypen en overspanningen te worden voorkomen dat aanstoting van eigenfrequenties van vloeren wordt voorkomen zodat er geen sprake is van ontoelaatbare opslingering van trillingen (ook wel resonantie genoemd).

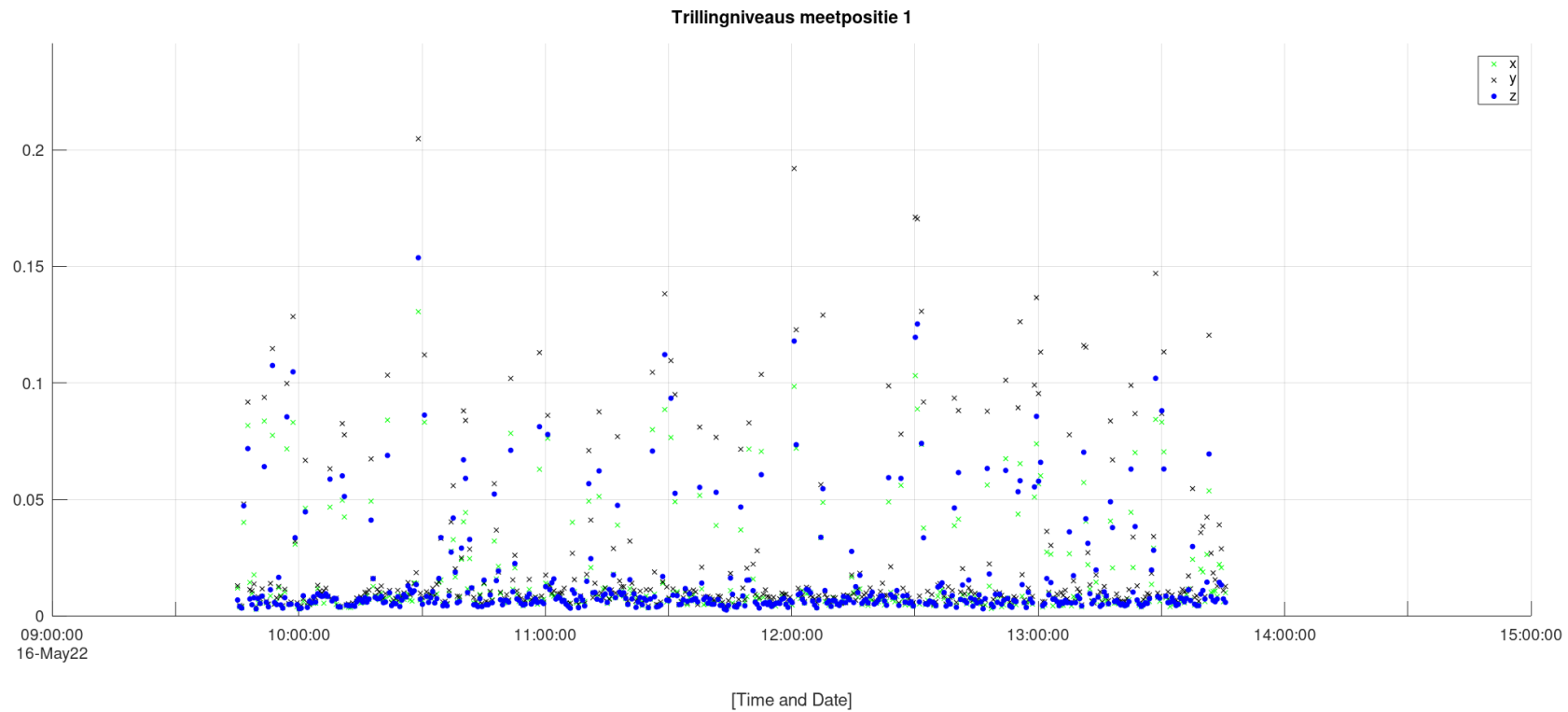
De maatgevende aanstootfrequenties voor de meest maatgevende passages liggen tussen de 10 Hz en 16 Hz (zie bijlage 2). De eigenfrequenties van vloeren dienen niet binnen dit frequentiegebied uit te komen. Geadviseerd wordt om dit in de regels als voorwaardelijke onderzoeksverplichting op te nemen.

Geconcludeerd wordt dat als rekening gehouden wordt met bovenstaande dat voelbare trillingen in het te realiseren appartementengebouw voldoen aan de streefwaarden uit de SBR-B richtlijn, waarmee een goed woon- en leefklimaat wordt geborgd.

Dit rapport bevat 11 pagina's en 2 bijlagen.

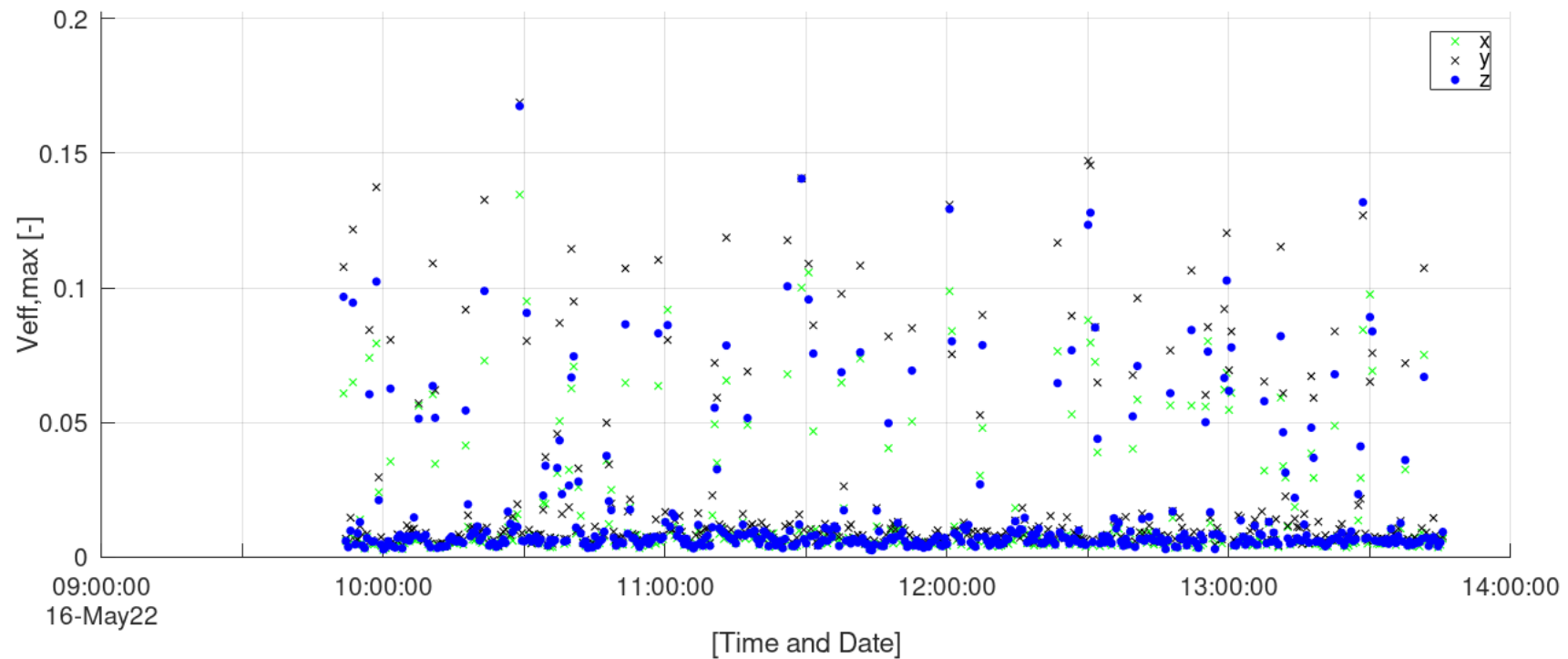
Zoetermeer,


Bijlage 1 Trillingniveaus op de meetposities



Bijlage 1 Trillingniveaus op de meetposities

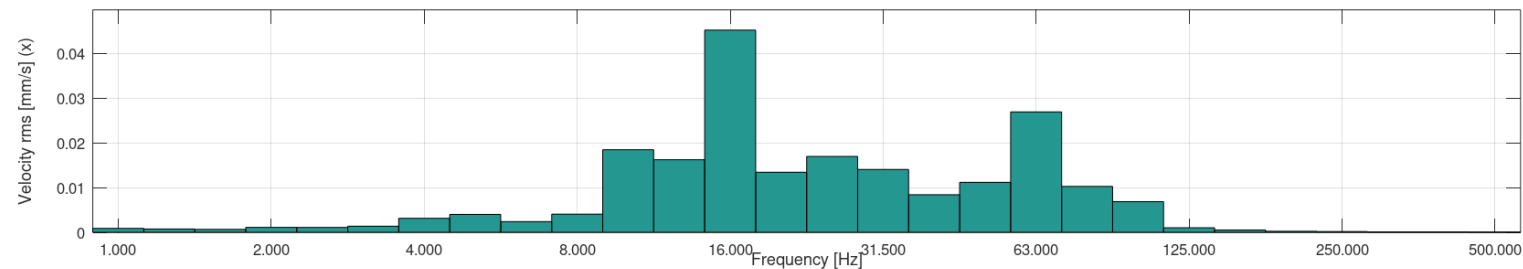
Trillingniveaus meetpositie 2



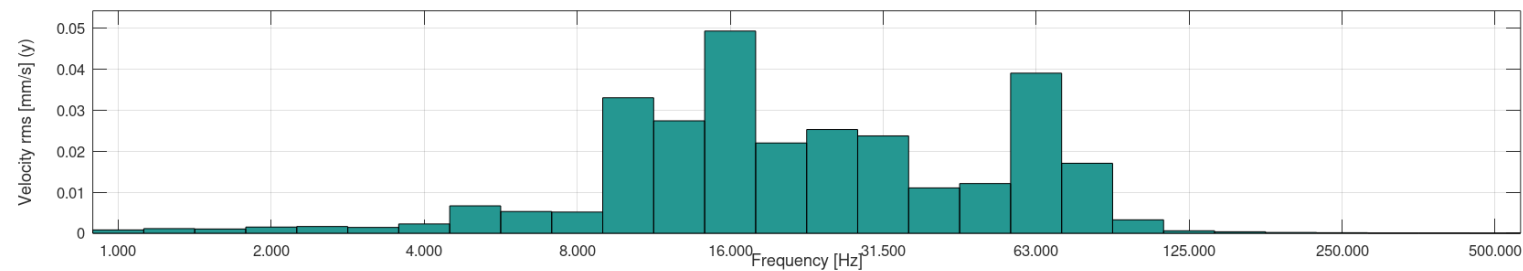
Bijlage 2 Frequentie spectra treinpassage

xmr22136089.txt

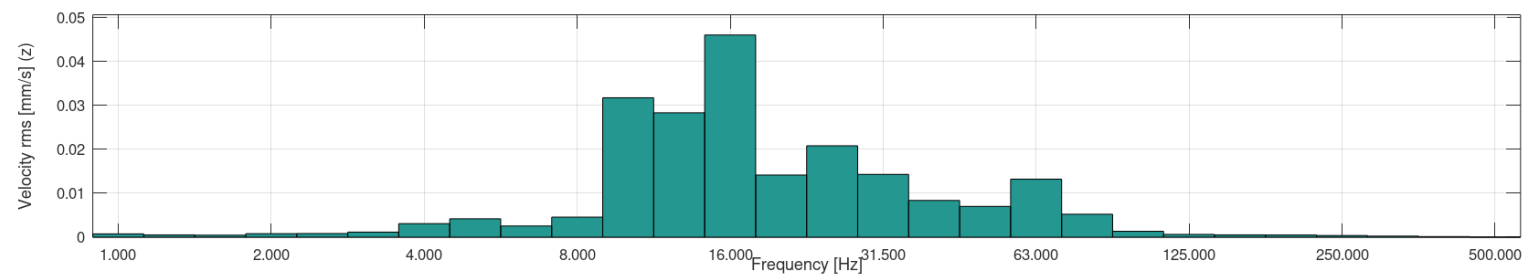
Frequentie spectra maatgevende passage meetpositie 1



Veff,max: 0.131



Veff,max: 0.205



Veff,max: 0.154

Bijlage 2 Frequentie spectra treinpassage

xmr22136076.txt

