

Rapport

Projectnummer: 375392

Referentienummer: SWNL0270645

Datum: 11-01-2021

Trillingsonderzoek Burgermeester D. Kooimanweg 4-14

Onderzoek naar trillingen afkomstig van passerende treinen

Definitief

Opdrachtgever:
Naam BPD
IJsbaanpad 1
1076 CV AMSTERDAM

Verantwoording

Titel	Trillingsonderzoek Burgermeester D. Kooimanweg 4-14
Subtitel	Onderzoek naar trillingen afkomstig van passerende treinen
Projectnummer	375392
Referentienummer	SWNL0270645
Revisie	D0
Datum	11-01-2021
Auteur	Pieter Bouwma
E-mailadres	pieter.bouwma@sweco.nl
Gecontroleerd door	Dolf van Onna
Paraaf gecontroleerd	
Goedgekeurd door	Rob Cornelis
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

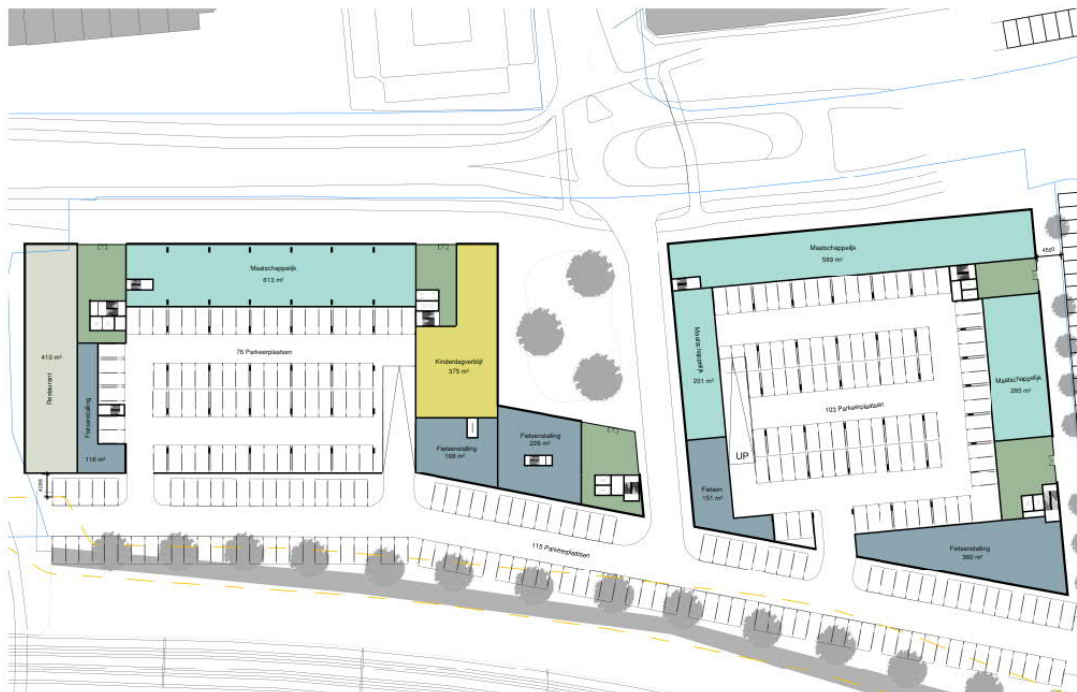
1	Inleiding	4
2	Methode	5
2.1	Stap 1: Maaiveldmeting (haaks en bemand)	5
2.2	Stap 2: Maaiveldmeting (parallel en onbemand)	5
2.3	Stap 3a: Toetsing aan SBR-B (methode voor meting in gebouw)	6
2.4	Stap 3b: Toetsing aan Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen (Methode voor meting op maaiveld zonder woning)	8
3	Situatiebeschrijving	10
4	Resultaten van de meting	11
4.1	Bemande maaiveldmeting	11
4.2	Duurmeting	11
5	Conclusies en aanbevelingen	13
5.1	Conclusies	13
5.2	Aanbevelingen	13

Bijlage 1	Meetgegevens maaiveldmeting
Bijlage 2	Maaiveldmeting
Bijlage 3	Meetgegevens duurmeting
Bijlage 4	Duurmeting

1 Inleiding

Dit rapport is opgesteld als vastlegging voor het onderzoek om inzicht te geven in de impact van trillingen. BPD is bezig met de ontwikkeling van de percelen van Burgermeester D. Kooimanweg 4-14. Deze percelen liggen tussen de Where, het spoor Zaandam-Enkhuizen, Burgermeester D. Kooimanweg tot aan het benzinestation (AVIA). De voorlopige indeling van het terrein is zichtbaar in figuur 1. De gevel van het gebouw ligt op ongeveer 30 meter van het spoor.

De gemeente heeft de ontwikkelaar verzocht om een trillingsonderzoek uit te voeren voor het omgevingsaspect trillingen. Om de ontwikkeling verder in procedure te brengen is het noodzakelijk aan te tonen dat er een acceptabel woon- een leefklimaat komt ten aanzien van trillingen. Deze rapportage is onderdeel van de ruimtelijke onderbouwing. Het rapport beschrijft de te verwachten trillingsniveaus en toetst deze trillingsniveaus aan de wettelijke richtlijn SBR-B.



Figuur 1 Kaart van het projectgebied, aan de oostkant (beneden in de figuur) grenst het gebied aan de spoorweg Zaandam – Enkhuizen

De vragen die in deze rapportage worden behandeld zijn:

- Wat zijn de trillingsniveaus in de toekomstige gebouwen op de ontwikkellocatie?
- Zijn de trillingen onder de streefwaarden van de SBR-B (hinder voor personen in gebouwen)?

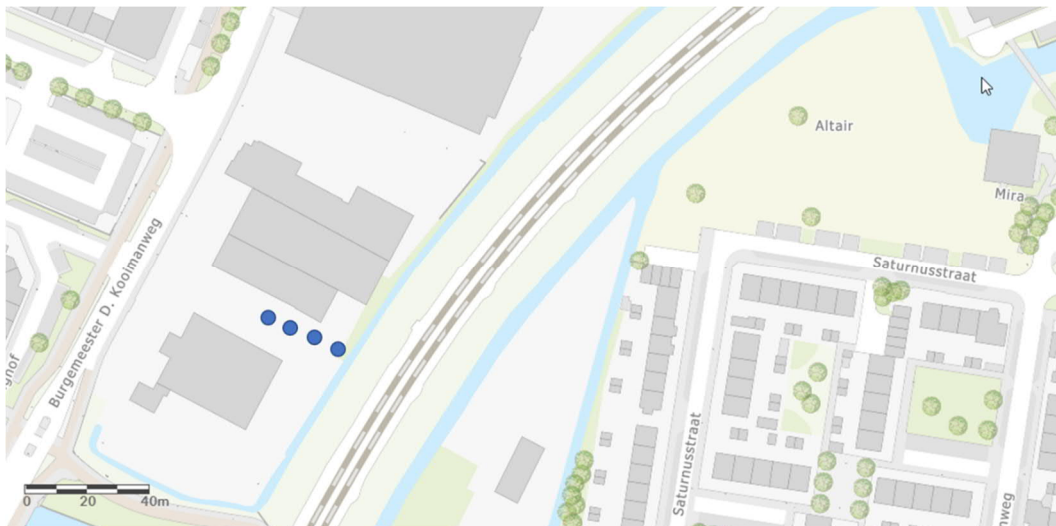
In hoofdstuk 2 staat de methode met uitleg over de meting, de verwerking en aan welke richtlijnen wordt getoetst. Kortom het hoofdstuk met uitleg welke methodiek is gebruikt om de onderzoeksvragen te beantwoorden. Hoofdstuk 3 bevat de situatiebeschrijving. Hoofdstuk 4 beschrijft de resultaten van de metingen en de uitkomsten van de prognoses. In hoofdstuk 5 staan de conclusies en de aanbevelingen.

2 Methode

Het onderzoek beslaat drie stappen. Eerst een bemande maaiveldmeting ter plaatse, vervolgens wordt een langeduur meting gedaan en tot slot wordt de trillingssterkte getoetst aan de richtlijnen. Deze methode sluit aan bij de in mei 2019 door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat uitgegeven *Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen*. Deze handreiking is ook de maatstaf voor ProRail om nieuwe bouwlocaties te onderzoeken op trillingshinder.

2.1 Stap 1: Maaiveldmeting (haaks en bemand)

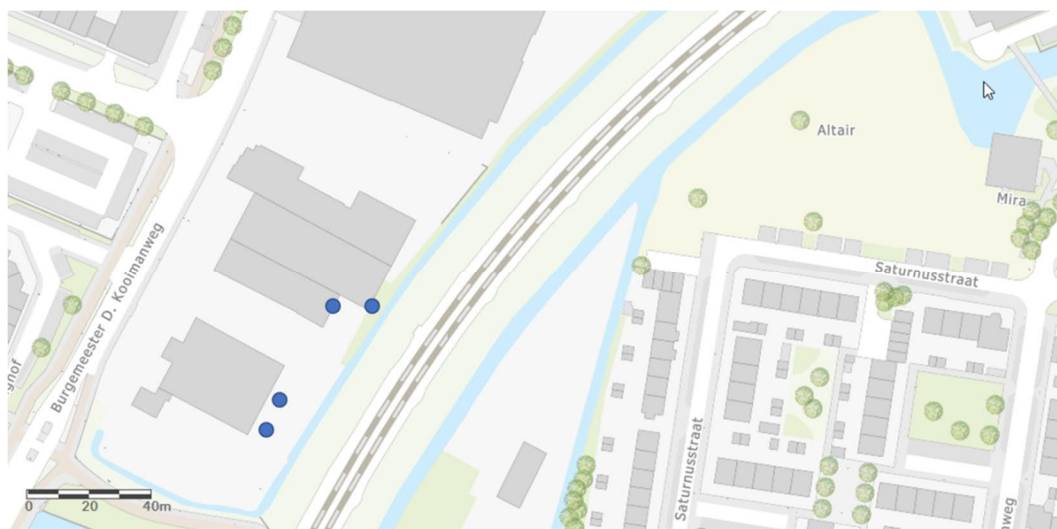
In de huidige situatie staat het gebouw er nog niet. Trillingsniveaus kunnen daarom slechts op maaiveldniveau gemeten worden. Op het perceel van de toekomstige bebouwing nabij het spoor zijn sensoren op het maaiveld geplaatst. De sensoren staan haaks op het spoor, waarbij de tweede sensor op dezelfde afstand staat als het toekomstige gebouw. Gedurende een dagdeel zijn de trillingen van passerende treinen met vier sensoren gemeten. De sensorgegevens staan in bijlage 1 en de meetopstelling is in figuur 2 gegeven.



Figuur 2 Locatie van sensoren bij bemande maaiveldmeting

2.2 Stap 2: Maaiveldmeting (parallel en onbemand)

Na afloop van de haakse meting is er nog doorgemeten met vier sensoren parallel aan het spoor. Dit betreft een duurmeting met vier sensoren. Deze meting heeft twee weken geduurd en gedurende de meetperiode zijn alle trillingen gemeten. Daarbij zijn de maximale trillingssterkte en de bijbehorende V_{eff} in de tijd vastgelegd. De sensorgegevens staan in bijlage 3 en de meetopstelling is in figuur 3 gegeven.



Figuur 3 Locatie sensoren bij duurmeting

2.3 Stap 3a: Toetsing aan SBR-B (methode voor meting in gebouw)

Voor de beoordeling van trillingen is in Nederland geen wettelijk kader¹ beschikbaar. Wél bestaan er (ook door de rechterlijke macht) landelijk geaccepteerde richtlijnen en normen voor het meten en beoordelen van trillingen in gebouwen. Richtlijn A geeft grenswaarden met betrekking tot schade en deel B geeft streefwaarden voor hinder voor personen. Dit is de zogenaamde SBR deel B 'Trillingen; hinder voor personen in gebouwen'. Dit onderzoek richt zich op de hinder voor personen in gebouwen en niet op schade.

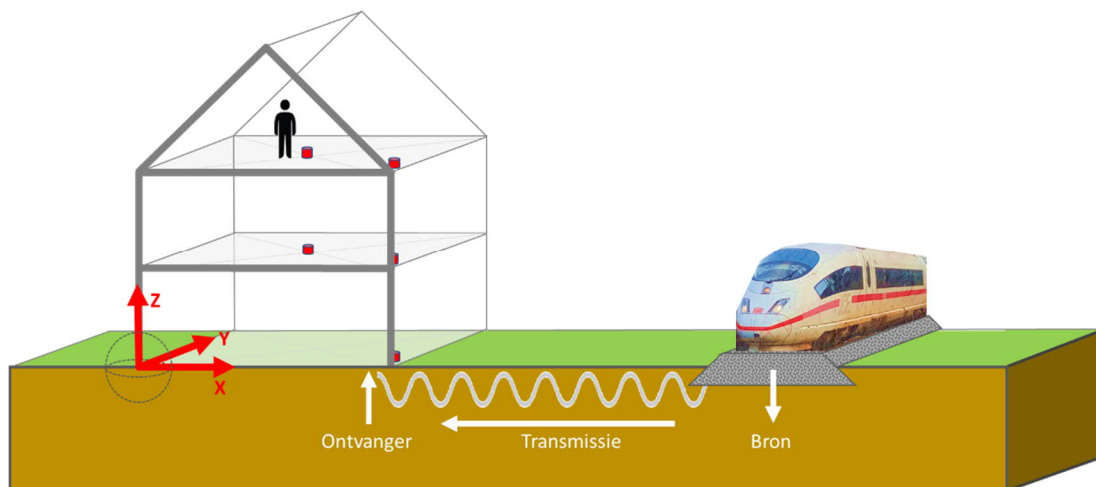
De sterkte van trillingen wordt beoordeeld aan de hand van de optredende trillingssnelheid. Deze grootheid wordt uitgedrukt in mm/s en kan worden bepaald op verschillende plaatsen aan de constructie van gebouwen. Voor hinder is de hoogste positie middenvloerveld maatgevend en wordt de zogenaamde *effectieve trillingssnelheid* beoordeeld.

De meetmethode met betrekking tot hinder bestaat uit het registreren van de effectieve trillingssnelheid in het midden van een vloerveld van een verblijfsruimte, zie figuur 4. In de richtlijn staan de te hanteren streefwaarden voor de beoordeling van trillingen beschreven. Onder hinder wordt verstaan:

- Waarneming van de trillingen zonder meer (verstoring van activiteiten of processen die rust en/of concentratie behoeven).
- Waarneming van de trillingen met een zodanige sterkte dat bepaalde activiteiten fysiek worden belemmerd of verstoord.

In de richtlijn voor trillingshinder wordt gesproken over *streefwaarden*, omdat grenswaarden voor trillingshinder niet scherp gedefinieerd kunnen worden. Als de meetwaarde onder de streefwaarde blijft, mag verwacht worden dat er in de meeste gevallen geen hinder voor personen zal optreden.

¹ Opgemerkt wordt dat ten behoeve van de onderbouwing van tracébesluiten sinds 18 april 2012 gebruik dient te worden gemaakt van de Ministeriële Beleidsregel trillingshinder spoor (BTS). Deze BTS is echter specifiek voor alleen tracébesluiten voorgeschreven.



Figuur 4 Meetposities (rode cilinders stellen sensoren voor) en oriëntatie assenstelsel (SBR-B);

Beoordeling vindt plaats op basis van de maximale voortschrijdende effectieve trillingssnelheid (V_{max}) en de trillingssnelheid over de beoordelingsperiode (V_{per}). De eerste kan worden gelezen als de hoogst optredende piek en de tweede als het gemiddelde over een langere tijdsduur en deze is mede afhankelijk van het aantal passages.

Overschrijding van de streefwaarden dient zoveel mogelijk te worden voorkomen. Indien ze worden overschreden dient dit de aanleiding te zijn voor overleg tussen de betrokken partijen en afhankelijk van de situatie kan een afweging worden gemaakt of de te beoordelen situatie acceptabel is.

De gehanteerde streefwaarden (herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd) staan in tabel 1 en tabel 2.

Hierbij wordt onderscheid gemaakt in bestaande en nieuwe situaties, waarbij:

- Bestaande situatie: optredende hinder is afkomstig van een reeds bestaande bron of wordt ervaren door een reeds bestaande ontvanger.
- Nieuwe situatie: optredende hinder is afkomstig van een nieuwe bron of wordt ervaren door een nieuwe ontvanger.

Dit onderzoek betreft een toets voor een nieuwe situatie.

Tabel 1 Streefwaarden trillingshinder nieuwe situatie (SBR-B 10.5.3)

	Dag/Avond			Nacht		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
Gezondheidszorg	0,10	0,40	0,05	0,10	0,20	0,05
Wonen	0,10	0,40	0,05	0,10	0,20	0,05
Onderwijs en kantoor	0,15	0,60	0,07	0,15	0,60	0,07
Bijeenkomst	0,15	0,60	0,07	0,15	0,60	0,07
Kritische werkruimte	0,10	0,10	-	0,10	0,10	-

Tabel 2 **Streefwaarden trillingshinder bestaande situatie (SBR-B 10.5.3.2)**

	Dag/Avond			Nacht		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
Gezondheidszorg	0,20	0,80	0,10	0,20	0,40	0,10
Wonen	0,20	0,80	0,10	0,20	0,40	0,10
Onderwijs en kantoor	0,30	1,20	0,15	0,30	1,20	0,15
Bijeenkomst	0,30	1,20	0,15	0,30	1,20	0,15
Kritische werkruimte	0,10	0,10	-	0,10	0,10	-

Er is voldaan aan de streefwaarden als geldt dat:

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

In bijlage 5 van de Richtlijn wordt nog gesteld dat, bij overschrijding van de streefwaarden, aanvullend gebruik kan worden gemaakt van hinderkwalificaties uit tabel 3. Hierbij moet worden opgemerkt dat het accepteren van (matige) hinder door overschrijding van de streefwaarden toelaatbaar kan zijn op grond van de mate waarin de trillingssterkte voorkomt, de aanwezige achtergrondtrillingen, de mogelijkheid tot het al dan niet treffen van maatregelen en de historie.

Tabel 3 **Hinderkwalificatie**

V_{max}	Hinderkwalificatie
< 0,1	Geen hinder
0,1 – 0,2	Weinig hinder (bestaande situatie)
0,2 – 0,8	Matige hinder
0,8 – 3,2	Hinder
> 3,2	Ernstige hinder

2.4 **Stap 3b: Toetsing aan Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen (Methode voor meting op maaiveld zonder woning)**

De toetsing van stap 3a is de officiële toets voor metingen in gebouwen. De gebouwen van dit project staan er nog niet. Voor dergelijke situaties is door het ministerie de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen ontwikkeld. Op basis van ervaringen zijn daar ranges van de trillingsmaat V_{max} gemaakt, waarbij uiteindelijke trillingshinder in woningen wordt geschat en globaal geschatst wordt welke vervolgacties gedaan moeten worden om te voldoen.

De optredende trillingssterkte in de toekomstige woningen wordt berekend met behulp van de meetresultaten op maaiveld en tabel 10.2 uit de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen (Klumper et al., 2015). Deze tabel geeft een indicatie op hoofdlijnen van het effect van gemeten trillingsniveaus op maaiveld. In Tabel 4 staat de tabel uit de handreiking voor de functie wonen. De normstelling ten opzichte van het gemeten trillingsniveau staat verder uitgelegd in paragraaf 2.3.

Tabel 4 *Indicatie op hoofdlijnen van het effect van gemeten trillingsniveaus op maaiveldlocatie toekomstige nieuwbouw (Klumper et al., 2015)*

Gemeten trillings-niveau op maaiveld	Effect voor gebouw met woonfunctie
$V_{\max}$	
< 0,1	• Hinder voorkomen door geen trillingsgevoelig gebouw te ontwerpen en realiseren • Opslingering vermijden
0,1 - 0,2	Vervolg: Korte scan trillingsgevoeligheid gebouwwontwerp • Hinder voorkomen door geen trillingsgevoelig gebouw te ontwerpen en realiseren • Zorg voor stijve fundering • Opslingering vermijden
0,2 - 0,4	Vervolg: Modelberekening indicatief • Zorg voor stijve fundering • Zorg voor een trillingsarm gebouwwontwerp
0,4 - 1,2	Vervolg: Modelberekening indicatief of detailniveau III • Houdt rekening met aanvullend te treffen maatregelen, zoals trillingsisolatie • Zorg voor een trillingsarm gebouwwontwerp
1,2 - 3,2	Vervolg: Modelberekeningen detailniveau II of IV • Houdt rekening met aanvullend te treffen maatregelen, zoals trillingsisolatie. Waarschijnlijk hinder niet te voorkomen. • Zorg voor een trillingsarm gebouwwontwerp.
>3,2	Vervolg: Modelberekening detailniveau IV • Grote mate van trillingshinder • Heroverweeg de nut- en noodzaak van de voorgenomen nieuwbouw

3 Situatiebeschrijving

Het te ontwikkelen gebied ligt tussen het spoor Zaandam-Enkhuizen en de Burgermeester D. Kooijmanweg. En in de andere richting wordt het gebied afgekaderd door het fietspad langs de Where en het huidige tankstation AVIA. Zie ook figuur 5.

Het nieuw te bouwen gebouw is ten opzichte van het spoor zo gepositioneerd dat er tussen het spoor en het gebouw een sloot en een parkeerplaats ligt. De gevel komt op ongeveer 30 meter uit hart van het spoor.

Aan de andere kant van het gebouw ligt de Burgermeester D. Kooimanweg. Hier rijden auto's en zwaarder verkeer als bussen en vrachtwagens.



Figuur 5 Plangebied Burgermeester D. Kooimanweg 4-14

Het treinverkeer tussen Zaandam en Hoorn bestaat uit twee intercity's en twee sprinters per uur in beide richtingen. De baanvaksnelheid is hier 140 km/uur. De meetlocatie ligt tussen station Purmerend en Purmerend Overwhere. De gereden snelheid bij de meetlocatie is lager dan de baanvaksnelheid en ligt meestal rond 80 km/uur. Dit geldt zowel voor de sprinters als de intercity's, terwijl de intercity's zowel niet op station Purmerend als Purmerend Overwhere stoppen. In de dienstregeling zijn goederenpaden opgenomen, maar in de praktijk rijden de goederentreinen er niet. Tijdens de meetperiode en ook in half jaar ervoor heeft er geen goederentrein gereden.

4 Resultaten van de meting

De resultaten van de meting zijn eenvoudig. De trillingen op maaiveld zijn laag en dat uit zich in een $V_{\max}$ die lager is dan 0.1. Als de meting in een gebouw zou hebben plaatsgevonden, dan betekent dat de V_{per} gelijk is aan 0.

Op basis van de lage meetwaarden is een beperkte analyse op stoortrillingen uitgevoerd. De meetwaarden in de tabel kunnen stoortrillingen bevatten, dit heeft geen invloed op de uitkomsten.

4.1 Bemande maaiveldmeting

Tijdens de bemande maaiveldmeting zijn enkel passagierstreinen gepasseerd. De gemeten trillingen komen boven de ruis uit, maar blijven laag. De maximale trilling V_{top} bedroeg 0.11 mm/s en de maximale trilling $V_{\max}$ is kleiner dan 0.1. Deze waarden staan in tabel 5 en de grafieken staan in bijlage 4.

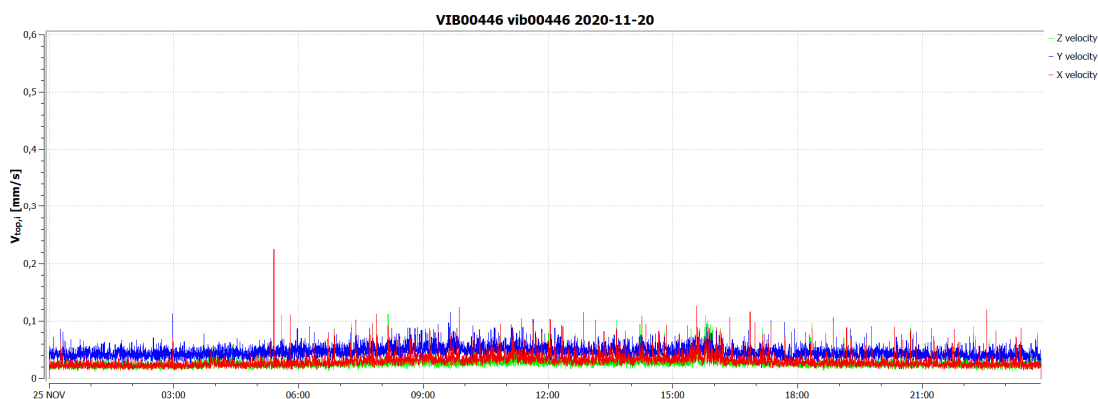
Tabel 5 Meetresultaten van de bemande maaiveldmeting

Meetcomputer	Afstand (m)	V_{top} (mm/s)	$V_{\max}$
Vibra00040	22	0.11	<0.1
Vibra00453	29	0.09	<0.1
Vibra00446	36	0.10	<0.1
Vibra00452	43	0.10	<0.1

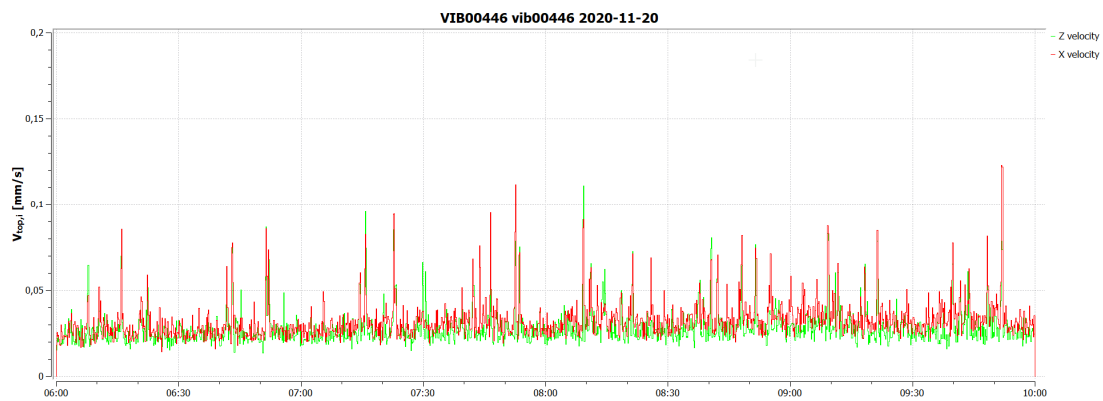
4.2 Duurmeting

De trillingen komen boven de ruis uit. De maximale trillingen V_{top} blijft onder 0,3 mm/s. De $V_{\max}$ is lager dan 0,01.

In figuur 6 en figuur 7 zijn twee uitsneden van de metingen getoond. Figuur 6 presenteert de trillingen V_{top} op 25 november 2020 bij meetcomputer VIB00446. Figuur 7 heeft een ingezoomde verticale schaal en de grafiek van de trillingen in Y-richting van de sensor is uit de plot gehaald. In de grafiek zijn de treinpassages te herkennen aan de pieken. De hoogte van de pieken is beperkt. Bij de overige sensoren is een soortgelijk beeld te zien.



Figuur 6 Trillingen (V_{top}) op 25 november 2020 bij meetcomputer VIB00446



Figuur 7 Trillingen (V_{top}) op 25 november 2020 bij meetcomputer VIB00446 in de X en Z-richting tussen 6 en 10 uur

Voor alle sensoren geldt dat de maximale trilling V_{max} lager is dan 0.1. Als de meetwaardes kleiner zijn dan 0.1, dan volgt uit tabel 4 dat er geen trillingshinder te verwachten is. De volledige grafieken staan in bijlage 4.

5 Conclusies en aanbevelingen

BPD is bezig met de ontwikkeling van de percelen Burgermeester D. Kooijmanweg 4-14. Deze percelen liggen tussen het spoor Zaandam-Enkhuizen en de Burgermeester D. Kooijmanweg te Purmerend. Om deze ontwikkeling mogelijk te maken heeft Sweco een trillingsonderzoek uitgevoerd. Dit rapport beschrijft de te verwachten trillingsniveaus afkomstig van het spoor en toetst deze trillingsniveaus aan de wettelijke richtlijn.

5.1 Conclusies

Het antwoord op de onderzoeksvraag “*Zijn de trillingen onder de streefwaarden van de SBR-B (hinder voor personen in gebouwen)?*” kan indirect worden beantwoord. Het nieuwe gebouw bestaat nog niet en kan daardoor niet inpandig getoetst worden. Desondanks kan met behulp van de *Handreiking Nieuwbouw en Spoorthrillingen* de meetwaarden op maaiveldmeetwaarde op maaiveld worden getoetst.

Voor de metingen zijn vier sensoren gebruikt. Tijdens een bemande maaiveldmeting als een twee weken durende onbemande meting zijn alle gemeten waarden voor $V_{\max}$ kleiner dan 0.1. Dat betekent dat trillingshinder in het toekomstige gebouw niet aannemelijk is.

Tijdens de meetperiode van 20 november tot en met 7 december 2020 zijn geen goederentreinen gepasseerd. De mogelijkheid van het passeren van een goederentrein is ook erg klein. Het laatste half jaar is er namelijk geen goederentrein langs gereden. Hiermee is de situatie van de meting een representatieve situatie.

5.2 Aanbevelingen

Het echte toetsingspunt is op midden vloerveld van het nieuwe gebouw. Omdat het gebouw **nog** niet bestaat is de *Handreiking Nieuwbouw en Spoorthrillingen* gebruikt. Deze handreiking beschrijft bij welke trillingssterktes op maaiveld er mogelijk problemen kunnen ontstaan in toekomstige gebouwen.

De handreiking gaat daarbij uit van standaard gebouweigenschappen. Uitgaande van de in dit onderzoek vastgestelde effectieve trillingssnelheid op maaiveld, zou er volgens de Handreiking in het nog te realiseren gebouw hinder kunnen ontstaan als het nieuwe gebouw ‘gevoelig’ is voor trillingen. Een gebouw is trillingsgevoelig indien sprake is van bijvoorbeeld grote vloeroverspanningen en er slanke vloeren worden toegepast.

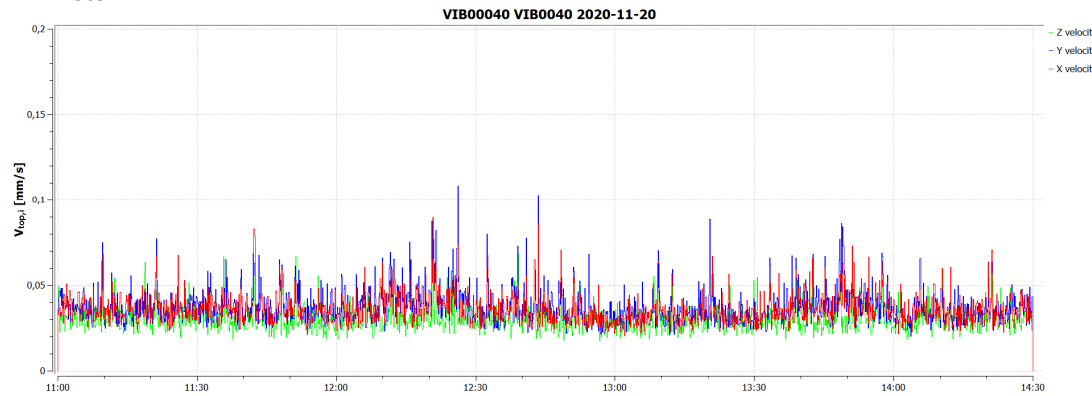
Het toekomstige gebouw langs het spoor wordt gefundeerd en heeft in basis voldoende massa. Toch is het advies om bij het ontwerp en de realisatie van het gebouw trillingen te blijven beschouwen. Dat betekent dat het geadviseerd wordt om het aspect stijfheid mee te nemen bij het ontwerp en niet enkel te toetsen of de constructie constructief voldoet.

Bijlage 1 Meetgegevens maaiveldmeting

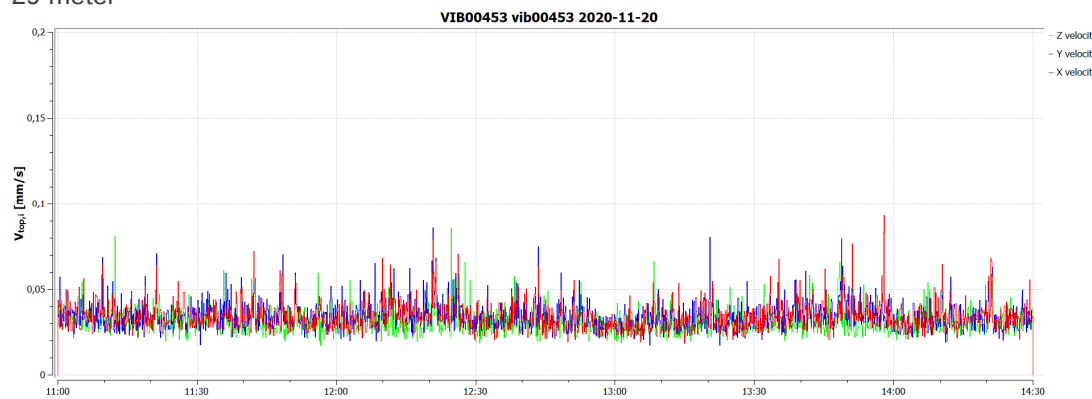
Nr	Item	Omschrijving
	Purmerend Burg. D. Kooimanweg	
1	Naam uitvoerder	Pieter Bouwma
	Verantwoordelijke	Sweco Pieter Bouwma Sweco
2	Datum	21-11-2020
3	Trillingsbron	Treinverkeer (en bussen en vrachtwagens)
4	Gebouwomschrijving	Maaiveldmeting
5	Meetlocatie	Purmerend
6	Afstand trillingsbron	22-43 meter
7	Meetopstelling	Zie hoofdstuk 3
8	Gebruikte opnemers	Vibra00040 met sensor TDA00089 (kalibratie geldig tot en met 30-7-2021) Vibra00453 met sensor TDA00299 (kalibratie geldig tot en met 30-7-2021) Vibra00446 met sensor TDA00290 (kalibratie geldig tot en met 30-7-2021) Vibra00452 met sensor TDA00291 (kalibratie geldig tot en met 30-7-2021)
9	Tabel met meetresultaten	Zie hoofdstuk 4
10	Gebouwcategorie	Niet van toepassing
11	Veiligheidsfactoren	-
12	Overige omstandigheden	-
13	Grafieken meetresultaten	Zie hoofdstuk 4
14	Stoortrillingen	Installatie, verplaatsen apparatuur, voetstappen meetploeg

Bijlage 2 Maaiveldmeting

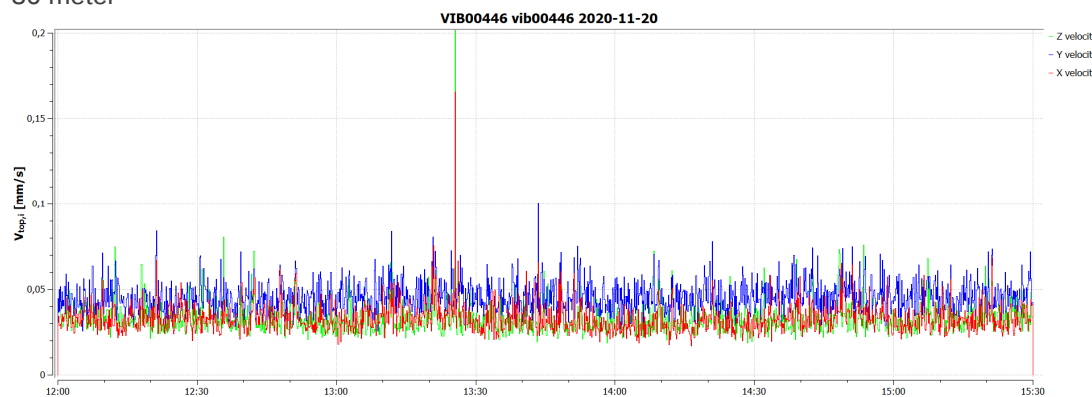
22 meter



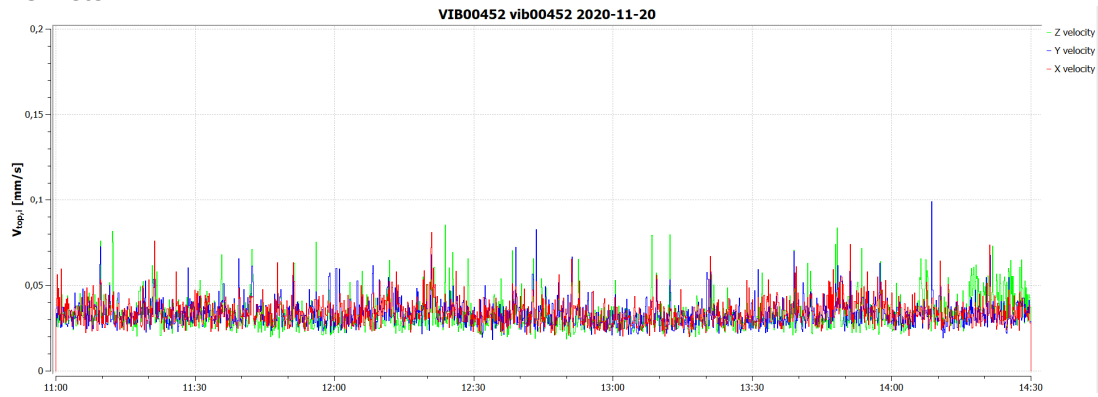
29 meter



36 meter



43 meter



Bijlage 3 Meetgegevens duurmeting

Nr	Item	Omschrijving
	Purmerend Burg. D. Kooimanweg	
1	Naam uitvoerder	Pieter Bouwma
	Verantwoordelijke	Sweco Pieter Bouwma
2	Datum	Sweco 21-11-2020
3	Trillingsbron	Treinverkeer (en bussen en vrachtwagens)
4	Gebouwomschrijving	Maaiveldmeting
5	Meetlocatie	Purmerend
6	Afstand trillingsbron	22-43 meter
7	Meetopstelling	Zie hoofdstuk 3
8	Gebruikte opnemers	1) Vibra00446 met sensor TDA00290 (kalibratie geldig tot en met 30-7-2021) 2) Vibra00452 met sensor TDA00291 (kalibratie geldig tot en met 30-7-2021) 3) Vibra00453 met sensor TDA00299 (kalibratie geldig tot en met 30-7-2021) 4) Vibra00040 met sensor TDA00089 (kalibratie geldig tot en met 30-7-2021)
9	Tabel met meetresultaten	Zie hoofdstuk 4
10	Gebouwcategorie	Niet van toepassing
11	Veiligheidsfactoren	-
12	Overige omstandigheden	-
13	Grafieken meetresultaten	Zie hoofdstuk 4
14	Stoortrillingen	Installatie, verplaatsen apparatuur, voetstappen meetploeg

Bijlage 4 Duurmeting

