

Notitie

HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

Aan: [REDACTED]
Van: [REDACTED]
Datum: 20 mei 2025
Kopie:
Ons kenmerk: BJ3352-102-103.N001.D0.2
Classificatie: Open

Onderwerp: Beschouwing aspect trillingen elektrische vrachtwagens Multimodale corridor Chemelot

Bijlage 1 Trillingsonderzoek spoor

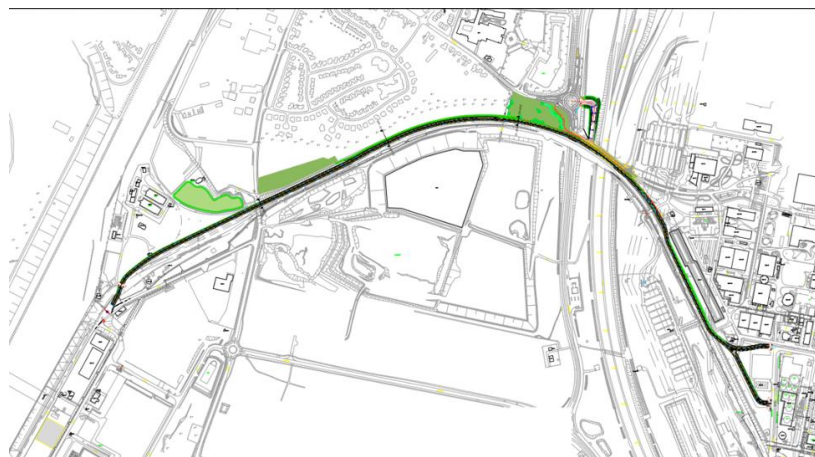
Inleiding

In opdracht van Sitech is een beschouwing uitgevoerd naar trillingen veroorzaakt door elektrische vrachtwagens op de multimodale corridor van Chemelot.

Vanaf de haven aan het Julianakanaal loopt het spoor naar het terrein van Chemelot. Het spoor wordt uitsluitend gebruikt voor goederenvervoer. Hierbij worden vooral ketelwagens ingezet die worden getrokken door dieselelektrisch locomotieven. De intensiteit van deze treinen is laag, er rijden enkele treinen per week en ze rijden stapvoets.

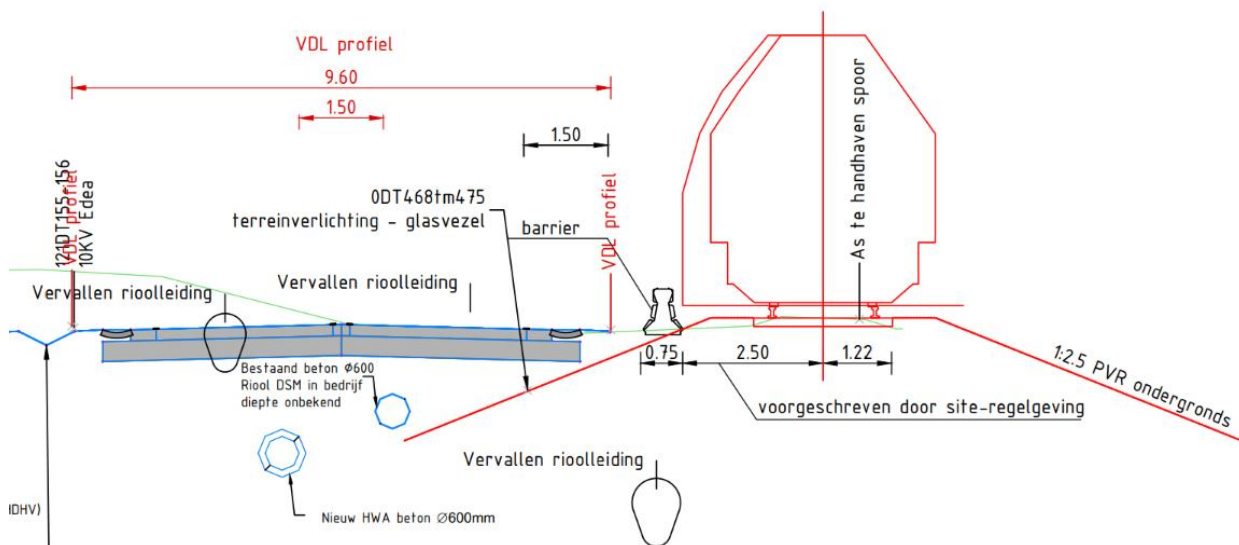
Situatie

Ten noorden van het spoor en de multimodale corridor liggen woningen aan de Speelweide in Urmond. De minimale afstand van de woningen tot aan het spoor bedraagt circa 70 meter. Chemelot is van plan om ten noorden en direct naast het spoor een weg aan te leggen waar e-vrachtwagens zullen rijden (figuur 1).



Figuur 1: situatie

De afstand van de woningen tot aan het hart van deze weg zal circa 10 meter minder zijn dan nu tot het hart van het spoor. In figuur 2 is de doorsnede weergegeven. De intensiteit van de elektrische vrachtwagens is hoog er zullen tot 1172 vrachtwagenbewegingen per dag in de dagperiode (7.00-19.00 uur) passeren. De intensiteit van goederentreinen op het spoor is in de bestaande situatie enkele treinen per week in dag en nachtperiode. De intensiteit van goederentreinen op het spoor is in de toekomstige project situatie een afname, enkele treinen per week in dagperiode (7.00-19.00 uur).



Figuur 2: doorsnede ligging weg en spoor

Voor de voorliggende beschouwing van het aspect trillingen in de woningen ten noorden van de spoorlijn en de multimodale corridor worden de trillingen in de bestaande situatie door het spoor vergeleken met de projectsituatie waarbij de trillingen in de woningen door vrachtwagen passages worden veroorzaakt alsmede de trillingen van het spoor.

Meetresultaten goederentreinen bestaande situatie

In bijlage 1 is een onderzoek aan de huidige trillingen ten gevolge van de passages van treinen weergegeven. In dit onderzoek zijn extra locomotieven en ketelwagens ingezet om voldoende meetgegevens te genereren. Deze aantallen geven niet de bestaande of toekomstige situatie weer.

De gemeten trillingsniveaus tgv de passages van de goederentrein over de stamlijn ($V_{max}=0,05$) in de woningen zijn ruim onder de standaardwaarde A1 voor de V_{max} (0,1).

Het achtergrondniveau in de meetpunten is niet gepresenteerd/ontbreekt maar de statistische meetwaarden in de woningen ($V_{max}=0,01$ tot $0,05$) zijn eigenlijk gewoon achtergrondniveaus.

Een typisch achtergrondniveau in een stille omgeving van dergelijke meetsystemen is orde van grote $V_{max} = 0,01-0,03$.

Alleen de meetwaardes in het maaiveld nabij het spoor ($V_{\max}=0,19-0,28$) zijn echte meetwaardes die niet beïnvloed zijn door achtergrondniveaus.

Daarom wordt in de rapportage van M+P gesproken over het trillingsniveau tijdens een passage, het is in feite alleen maar licht verhoogd achtergrondniveau.

De signaal ruis verhouding is waarschijnlijk niet goed genoeg om te stellen dat de meetwaardes causaal 100% worden veroorzaakt door de passages van treinen. De vraag is dus zelfs in welke mate de gepresenteerde niveaus door de passages causaal worden veroorzaakt omdat het zo dicht bij het achtergrondniveau ligt.

De voelbaarheidsgrens voor mensen is $V_{\max} = 0,1$ dus de niveaus in de woningen tgv treinpassages zijn niet voelbaar voor mensen.

Expert judgement beschouwing passages vrachtwagens

Op basis van expert judgement de maximale trillingssterkte $V_{\max}$ van passages van vrachtwagens bij een goede langsvlakheid van de weg en geen overgangen of putten in de rijbaan met 40 km/h lager zijn dan de maximale trillingssterkte $V_{\max}$ van passages van goederentreinen.

Op 21 m van het hart van het spoor bedragen de maximale trillingsniveaus $V_{\max} = 0,19-0,28$ ten gevolge van stapvoets rijdende treinen

Op 21 m van het hart van de rijbaan bedragen de maximale trillingsniveaus $V_{\max} < 0,28$ ten gevolge van rijdende vrachtwagens met 40 kmh.

Prognose kentalbeschouwing passages elektrische vrachtwagens

Op circa 21 m van het hart van de rijbaan (op basis van een kental uit het meetarchief van RHDHV) bedragen de maximale trillingsniveaus $V_{\max} = 0,21$ met 50 kmh door vrachtwagens. Het kental is gebaseerd op metingen aan vrachtverkeer op 30-6-2011 aan de Rhoonsebaan trillingsmetingen in Albrandswaard. Het locale bodemprofiel bestond uit klei en zandlagen. In Urmond bestaat het bodemprofiel uit leem, zand en grind.

Uitgangspunt voor de nieuwe weg langs het spoor is een goede langsvlakheid van de weg en geen overgangen of putten in de rijbaan.

Hoe langzamer zware voertuigen rijden, des te lager is de trillingssterkte die ze in principe veroorzaken. De snelheidsrelatie kan worden aangegeven met een zogenaamde machtsfunctie. Deze formule is

$$V_{\max,2} = (v^2/v^1)^y \cdot V_{\max,1}$$

Waarbij

v^1 : Snelheid in huidige situatie

v^2 : Snelheid in plansituatie

$V_{\max,1}$: Trillingsterkte in huidige situatie

$V_{\max,2}$: Trillingsterkte in plansituatie
 $y =$ Exponent in de machtsfunctie

Op circa 21 m van het hart van de rijbaan, bedragen de maximale trillingssterkte $V_{\max} = 0,14$ met 40 kmh door passages van vrachtwagens.

Vergelijking bestaande situatie met de toekomstige situatie

Ter vergelijking de trillingen op basis van de meetwaarden in het maaiveld op 21 m van het spoor bedragen de maximale, trillingssterkte $V_{\max} = 0,28$ door passages van goederentreinen.

Dus op emissieniveau zijn de trillingen van de passages van de vrachtwagens op de weg in vergelijking met de passages van de goederentrein op het spoor een afname tot 50%.

Echter de rijbaan ligt circa 10 m dicht bij de woningen hierdoor is de immissie in de woning op basis van de formule van Barkan door de geometrische uitbreiding 25% hoger ten opzichte van de geometrische uitbreiding van de spoorbaan. Onderstaand is de formule van Barkan voor afstandsafname weergegeven.

Afstands afname trillingen

Op grotere afstand van het spoor nemen de trillingen in het maaiveld af ten opzichte van meetpunten in het maaiveld. De afname kan op basis van de empirische formule van Barkan voor trillingen in het verre veld van een homogene isotrope halfruimte worden bepaald. Voor de overdracht van trillingen door de bodem wordt gebruikgemaakt van de formule van Barkan [Vibration of soils and foundations Richart, Hall en Woods Prentice Hall 1970].

$$V_R = V_{R0} * \left[\frac{R_0}{R} \right]^n e^{-\alpha(R-R_0)}$$

Waarin:

- V_R trillingssterkte (m/s) op een afstand R van de bron;
- V_{R0} trillingssterkte (m/s) op een afstand R_0 van de bron;
- R afstand tussen immissiepunt en de bron;
- R_0 afstand tussen meetpunt en de bron;
- α materiaaldemping in de bodem (1/m);
- n $n = 1$ tot 2 voor P- en S-golven;
 $n = 0.5$ voor R-golven.

De geometrische demping is afhankelijk van het type golf en de richting vanuit de bron waarin de trillingsuitbreiding plaatsvindt. Voor de R (Rayleigh)-golven of oppervlaktgolven ($n = 0.5$) is de

geometrische demping kleiner dan voor de P-(pressure) golven of compressiegolven en de S-(shear) golven of schuifgolven. Dit geeft voor de Rayleigh-golven op grotere afstand van de bron ten opzichte van de P- en S-golf de grootste energie (>67%). De materiaal demping α is op basis van een worst case aanname 0,00 [–] gekozen.

De maximale trillingssterkte V_{max} van de passages van vrachtwagens in de woningen is naar verwachting $V_{max} \leq 0,04$ in iedergeval ruim lager dan 0,1

De gemiddelde trillingssterkte V_{per} is het kwadratisch gemiddelde van alle passage waardes boven de $V_{max} = 0,1$. Dit betekent dat de gemiddelde trillingssterkte $V_{per} = 0,00$ bedraagt. Dus ondanks dat er 1172 passages per dag plaats vinden zal de gemiddelde trillingssterkte V_{per} naar verwachting 0,0 bedragen omdat de maximale trillingssterkte V_{max} niet boven de 0,1 uitkomt.

Toetsing

In de Omgevingswet is per 1-1-2024 in artikel 5.79 lid d van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) toepassingsbereik voor trillingen, zijn wegen expliciet uitgesloten van het toepassingsbereik voor trillingen.

Hiermee is er geen wettelijk kader voor de gebruiksfase van openbare wegen. Het is echter geen weg volgens de wegenwet maar een niet openbare weg op een bedrijfsterrein. Voor trillingen van bedrijven is het onderstaande van toepassing voor verkeerstrillingen.

Artikel 5.87a (standaardwaarden herhaald voorkomende trillingen)

1. Een omgevingsplan bevat voor de toelaatbare herhaald voorkomende trillingen door een activiteit in trillinggevoelige ruimten als waarden de standaardwaarden, bedoeld in tabel 5.87a.

Tabel 5.87a Standaardwaarden toelaatbare herhaald voorkomende trillingen in trillinggevoelige ruimten

	07.00 – 23.00 uur	23.00 – 07.00 uur
A ₁ trillingssterkte V_{max}	0,2	0,2
A ₂ trillingssterkte V_{max}	0,6	0,4
A ₃ trillingssterkte V_{per}	0,1	0,1

2. Bij de toepassing van het eerste lid bepaalt het omgevingsplan dat:

- herhaald voorkomende trillingen voldoen aan de in het omgevingsplan opgenomen waarden voor die trillingen, bedoeld onder A₁; en
- als niet wordt voldaan aan een waarde als bedoeld onder a: herhaald voorkomende trillingen voldoen aan de in het omgevingsplan opgenomen waarden onder A₂ en A₃.

3. In afwijking van het eerste lid kan het omgevingsplan een hogere waarde bevatten als op het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit op grond van het omgevingsplan, een omgevingsvergunning of een maatwerkvoorschrift voor een activiteit een hogere waarde gold. De waarde is niet hoger dan de grenswaarde, zijnde de waarde die op grond van de omgevingsvergunning of het maatwerkvoorschrift was toegelaten.

4. Op het bepalen van de trillingen waarvoor het omgevingsplan een waarde als bedoeld in het eerste lid of in afwijking daarvan een hogere of lagere waarde bevat, zijn de bij ministeriële regeling gestelde regels van toepassing.

Trillingen dienen beschouwd te worden indien standaardwaarde A1 overschreden wordt. Trillingssterktes tot aan standaardwaarde A2 zijn toelaatbaar mits de gemiddelde trillingssterkte V_{per} voor de periode standaardwaarde A3 niet overschreden wordt. Trillingen sterker dan standaardwaarde A2 zijn niet toelaatbaar.

De bestaande immissie ($V_{max} < 0,05$) en de toekomstige immissie ($V_{max} < 0,05$) ten gevolge van passages van vrachtwagens en goederentreinen voldoen zeer ruim aan de standaardwaarde ($A1=0,1$).

Voor de kwalificatie van hinder zoals is aangegeven in de navolgende tabel (uit SBR-richtlijn, bijlage 5).

Tabel x: hinderclassificatie.

V_{max}	Hinderkwalificatie
< 0,1	geen hinder
0,1- 0,2	weinig hinder
0,2 – 0,8	matige hinder
0,8 – 3,2	Hinder
> 3,2	ernstige hinder

De voelbaarheidsgrens voor mensen is $V_{max} = 0,1$ dus de niveaus in de woningen tgv vrachtwagenpassages zijn niet voelbaar voor mensen en de hinderkwalificatie conform de SBR B richtlijn is “geen hinder”.

Hiermee is aangetoond dat de bestemming woning en de bestemming weg ruimtelijk zorgvuldig zijn gescheiden volgens de Bkl normstelling.

Conclusie

Op basis van een kental beschouwing voor het aspect trillingen van het project multimodale corridor van Chemelot worden de volgende conclusies geformuleerd:

- De te verwachten maximale trillingssterkte V_{max} tijdens een passage van een vrachtwagen is lager dan $V_{max}=0,04$. De te verwachten gemiddelde trillingssterkte V_{per} is 0,0 omdat de maximale trillingssterkte $V_{max}<0,1$;
- In relatieve zin zijn de te verwachten maximale trillingssterkte V_{max} tijdens een passage van een vrachtwagen ($V_{max}<0,04$) lager dan de huidige trillingssterktes in de woningen tijdens een passage van een goederentrein ($V_{max}<0,05$);
- In de huidige situatie kunnen er passages in dag- en nachtperiode voorkomen. In de toekomstige projectsituatie resteren de passages van de goederentreinen in dagperiode en nemen in aantal af. De passages van de goederentreinen in de nachtperiode komen niet meer voor;
- Dat betekent dat de maximale trillingssterkte V_{max} niet toeneemt ten gevolge van het project en in de huidige en toekomstige situatie door de passages van goederentreinen wordt bepaald. Vanuit het perspectief van de woningen ten noorden van de multimodale corridor is er voor de toekomstige situatie voor het aspect trillingen een stand still, de maximale trillingssterkte V_{max} neemt niet toe en de gemiddelde trillingssterkte $V_{per} = 0,0$;
- Op basis van deze beschouwing is de verwachting dat het project multi modale corridor van Chemelot zeer ruim voldoet aan de standaardwaarde voor de maximale trillingssterkte V_{max} in de Bkl in de dagperiode ($A1=0,1$). In de nachtperiode komen geen trillingen ten gevolge van vrachtwagenpassages voor;
- De voelbaarheidsgrens voor mensen is $V_{max} = 0,1$ dus de verwachte niveaus in de woningen ($V_{max}<0,04$) ten gevolge van vrachtwagenpassages zijn bovendien ook niet voelbaar voor mensen;
- Hiermee is aangetoond dat de bestemming woning en de bestemming weg (multi modale corridor van Chemelot) ruimtelijk zorgvuldig zijn gescheiden voor het aspect trillingen.



M+P | Onderdeel van
Müller-BBM groep
Mensen met oplossingen



Rapport

Onderzoek trillingen vanwege railverkeer, goederenspoor Urmond.



Colofon

Opdrachtnemer M+P raadgevende ingenieurs BV

Opdrachtgever Sitec Services B.V.
Postbus 27
6160MB GELEEN

Opdrachtnummer -

Titel Onderzoek trillingen vanwege railverkeer, goederenspoor Urmond.

Rapportnummer M+P.SITEC.23.02.1

Revisie 1

Datum 24 april 2025

Aantal pagina's 36

Auteur

[Redacted]

Redacteur

[Redacted]

Contactpersoon [Redacted] | 0297-320651 | aalsmeer@mp.nl

M+P Visserstraat 50 | 1431 GJ Aalsmeer
Wolfskamerweg 47 | 5262 ES Vught

www.mp.nl | onderdeel van de Müller-BBM groep | Lid NLingenieurs | ISO 9001 gecertificeerd

Copyright © M+P raadgevende ingenieurs BV | Niets van deze rapportage mag worden gebruikt voor andere doeleinden dan is overeengekomen tussen de opdrachtgever en M+P (DNR 2011 Artikel 46).

Inhoud

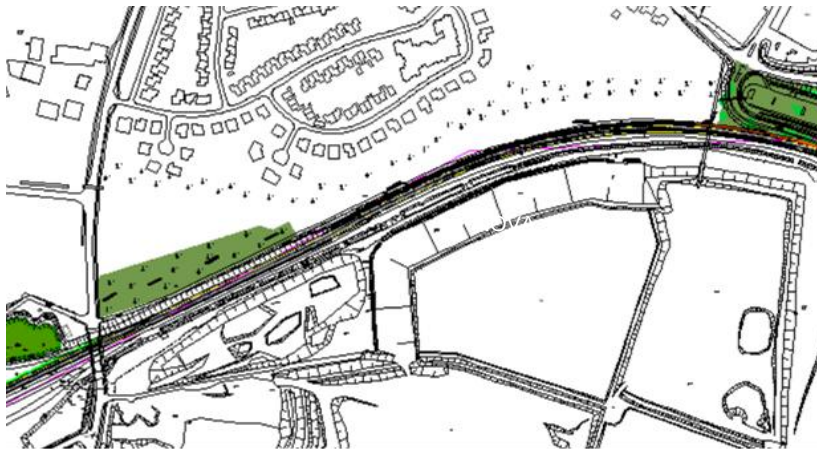
1	Inleiding	4
2	Situatie	6
2.1	Ligging plangebied	6
2.2	Meetsysteem	6
2.3	Meetlocaties	6
2.3.1	Spoorweglaan	6
2.3.2	Locatie Belikstraat 10	7
2.3.3	Locatie Belikstraat 12	7
2.3.4	Locatie Speelheuvel 30	7
2.3.5	Locatie Mauritslaan 78	7
3	Beoordelingscriteria trillingen	9
3.1	Bestaande situatie	10
3.2	Gewijzigde situatie	11
4	Resultaten metingen	12
4.1	Spoorweglaan	12
4.1.1	Spectrum	14
4.2	Locatie Belikstraat 10	15
4.3	Locatie Belikstraat 12	16
4.4	Locatie Speelheuvel 30	17
4.5	Locatie Mauritslaan 78	19
5	Conclusie en aanbevelingen	21
6	Literatuur	22
bijlage A	Figuren	23
bijlage B	Plot meetwaarden gemeten overdrachtdemping trillingen	25
bijlage C	Statistische verwerking meetwaarden	29

1 Inleiding

In opdracht van Sitech is een onderzoek uitgevoerd naar trillingen veroorzaakt door railverkeer ter plaatse van de Speelheuvel te Urmond.

Vanaf de haven aan het Julianakanaal loopt het spoor naar het terrein van Chemelot. Het spoor wordt uitsluitend gebruikt voor goederenvervoer. Hierbij worden vooral ketelwagens ingezet die worden getrokken door dieselelektrisch locomotieven. De intensiteit van deze treinen is laag, er rijden enkele treinen per week.

De minimale afstand van de woningen tot aan het spoor bedraagt circa 70 meter. Chemelot is van plan om ten noorden en direct naast het spoor een weg aan te leggen waar e-vrachtwagens zullen rijden (figuur 1). De afstand van de woningen tot aan deze weg zal circa 15 à 20 meter minder zijn dan nu tot het spoor.



figuur 1 *Ontwerp wegligging ten noorden van spoor Urmond*

Om in beeld te brengen of er in de huidige situatie sprake is van trillingen ten gevolge van goederentreinen, zijn metingen verricht. Hiermee is de nulsituatie in beeld gebracht. De metingen zijn verricht van 18 t/m 31 oktober 2024. Het betrof simultaan uitgevoerde metingen, zowel op het maaiveld naast het spoor als in vier woningen. Voor de metingen richten wij ons naar de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen [4].

Deze metingen hebben als doel om inzichtelijk te maken wat het huidige niveau van trillingen is en hoeveel de reductie is van het niveau van de trillingen direct naast het spoor ten opzichte van de woningen. Deze gegevens kunnen gebruikt worden om in de toekomst te toetsen op trillingshinder voor de e-vrachtwagens.

De methodiek is als volgt: Op een locatie naast het spoor is gedurende twee weken de trillingen van de bodem gemeten. Voor deze meetpost is bepaald wanneer treinpassages hebben plaatsgevonden. Vervolgens worden de metingen in de woningen ten tijde van een treinpassage gebruikt om het huidige trillingsniveau te bepalen. Het verschil tussen het niveau in de woning en langs het spoor zegt iets over de overdracht via de bodem naar de woning. In de woningen zijn alle meetsystemen op het midden van de vloer geplaatst. Er is uitsluitend beoordeeld op hinder.

De huidige positie van de meetpost langs het spoor is ook ongeveer gelijk aan de toekomstige rand van de weg. Dit geeft de mogelijkheid om in de toekomst de trillingen veroorzaakt door de weg en het spoor met elkaar te vergelijken.

De berekende trillingswaarden zijn getoetst aan de SBR richtlijn B “hinder voor personen in gebouwen” [2]. De metingen zijn uitgewerkt conform de statistische methode uit deze richtlijn. De kans op schade bij woningen vanwege treinverkeer, zoals behandeld in de SBR richtlijn A [1], is gezien de afstand van het spoor tot aan de huidige woningen nihil en is verder niet beoordeeld.

2 Situatie

2.1 Ligging plangebied

In figuur 12 van Bijlage A is de situering van de meetlocaties weergegeven. Het spoor is ter plaatse van het meetpunt verdiept aangelegd en ligt op een hoogte van ongeveer 49 m + NAP. De naastliggende Spoorweglaan (positie meetsysteem) ligt op een hoogte van circa 51,50 m. De woningen liggen ook ongeveer op deze hoogte. Het spoor klimt richting het oosten over een afstand van circa 800 meter met 6 meter, het stijgingspercentage bedraagt daarmee 0,75 %. Tijdens de metingen zijn de snelheden van de treinen niet vastgelegd. Dit is niet nodig omdat het hier langzaam rijdende en rangerende treinen betreft. De snelheid zal in het algemeen niet meer dan 10 km/u bedragen.

In het hier onderzochte gebied bevindt zich één wissel. Het spoor is voorzien van betonnen dwarsliggers.

2.2 Meetsysteem

Gebruikt zijn de volgende meetsystemen:

- ORION Acoem 01dB tri-axiale versnellingsopnemer, 2 stuks.
- Syscom MR2002 met een MS2003 tri-axiale snelheidsopnemer, 3 stuks.

De metingen met de ORION zijn verwerkt conform de DIN4150-2 [3]. De Syscom meters zijn ingesteld op de SBR deel B [2]. Beide normen zijn vergelijkbaar.

2.3 Meetlocaties

2.3.1 Algemeen

Voor de woningen is telkens gekozen voor meetlocatie in het midden van het vloerveld. Bij alle woningen was sprake van bewoning tijdens de meetperiode. Omdat gemeten is tijdens een duur van twee weken is uit praktisch overwegingen gekozen voor één opnemer per woning. Alhoewel meting op de verdieping de voorkeur heeft omdat uit ervaring blijkt dat hier sprake kan zijn van iets hogere niveaus, is toch vaak gekozen voor een ruimte waar de verstoring tot een minimum beperkt bleef. Bij drie van de vier woningen was dit alleen mogelijk op de begane grond.

2.3.2 Spoorweglaan

Gemeten is van 18 t/m 31 oktober 2024. Hier is een opnemer geplaatst van het type Orion (intern nr. 3). De trillingsopnemer is geplaatst op het maaiveld. De Y-richting is haaks op het spoor, globaal NW-ZO richting. De X-richting is parallel aan het spoor en de Z-richting is verticaal. Bij de plaatsing is eerst circa 20 à 30 cm bovengrond afgegraven. De opnemer is met pinnen van 120 mm in de bodem gedrukt. De afstand tot aan het midden van het sporen bedraagt horizontaal geprojecteerd 21 m. Het verschil in hoogte tussen de meter en het spoor bedraagt circa 2,5 m. De meetlocatie is aangegeven als meetpunt Spoorweglaan in figuur 12 van Bijlage A.



figuur 2 Meetopstelling bij Spoorweglaan Urmond

2.3.3 Locatie Belikstraat 10

Hier is een trillingsopnemer geplaatst van het type Syscom (intern nr. RB4) De meter is geplaatst op het midden van de vloer van de aanbouw op de begane grond. De opnemer is georiënteerd gelijk aan de woning. De Y-richting is in een ZW-NO richting, de X-richting hier haaks op en de Z-richting verticaal. De afstand van de woning tot aan het spoor bedraagt 133 meter. De meetlocatie is aangegeven in figuur 12 van Bijlage A.

2.3.4 Locatie Belikstraat 12

Hier is een trillingsopnemer geplaatst van het type Syscom (intern nr. RB1) De meter is geplaatst op het midden van de vloer van de aanbouw op de begane grond. De opnemer is georiënteerd gelijk aan de woning. De Y-richting is in een N-Z richting, de X-richting hier haaks op en de Z-richting verticaal. De afstand van de woning tot aan het spoor bedraagt 125 meter. De meetlocatie is aangegeven in figuur 12 van Bijlage A.

2.3.5 Locatie Speelheuvel 30

Hier is een trillingsopnemer geplaatst van het type ORION (intern nr. 2) De meter is geplaatst op het midden van de vloer van de serre op de begane grond. De opnemer is georiënteerd gelijk aan de woning. De Y-richting is in een NW-ZO richting, de X-richting hier haaks op en de Z-richting verticaal. De afstand van de woning tot aan het spoor bedraagt 85 meter. De meetlocatie is aangegeven in figuur 12 van Bijlage A.

2.3.6 Locatie Mauritslaan 78

Hier is een trillingsopnemer geplaatst van het type Syscom (intern nr. 3) De meter is geplaatst op het midden van de vloer van de slaapkamer rechtsachter op de verdieping. Deze slaapkamer fungeert nu als toegang tot de werkkamer. De opnemer is georiënteerd gelijk aan de woning. De Y-richting is in een ZW-NO richting, de X-richting hier haaks op en de Z-richting verticaal. De afstand van de woning tot aan het spoor bedraagt 125 meter. De meetlocatie is aangegeven in figuur 12 van Bijlage A.



figuur 3

Meetopstelling Speelheuvel 30

3 Beoordelingscriteria trillingen

Schade aan bouwwerken

De beoordelingscriteria voor schade aan gebouwen zijn opgenomen in de SBR-Trillingsrichtlijn A: *schade aan bouwwerken* [1]. Voor de hier beoordeelde situatie is schade door trillingen niet relevant.

Hinder voor personen

Bij het beoordelen van trillingshinder voor personen in gebouwen worden in eerste instantie de trillingen van vloervelden beschouwd. De beoordelingscriteria die hierbij zijn aangehouden, zijn ontleend aan de SBR-richtlijn B: *Hinder voor personen in gebouwen door trillingen* [2].

Voor het beoordelen van de trillingen is de functie van het gebouw of de ruimte in het gebouw en het type trillingen van belang. De trillingen worden beoordeeld op het frequentiegebied van 1 tot en met 80 Hz. De streefwaarden worden uitgedrukt in een gewogen trillingsnelheid. In de onderstaande formule is de weegfunctie weergegeven:

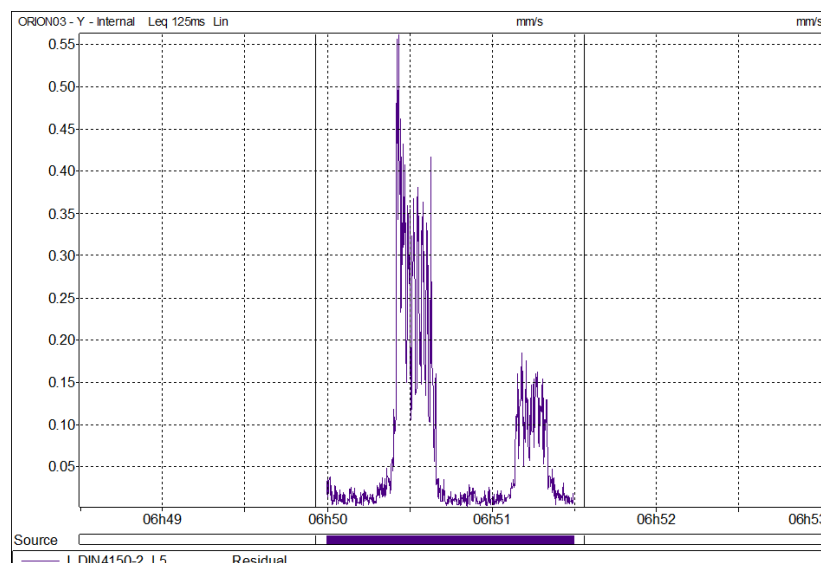
$$(1) \quad |H_v(f)| = \frac{1}{v_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2}}$$

waarin:

f : frequentie [Hz]
 f_0 : referentie-frequentie (5,6 Hz)
 v_0 : trillingssnelheid [mm/s]

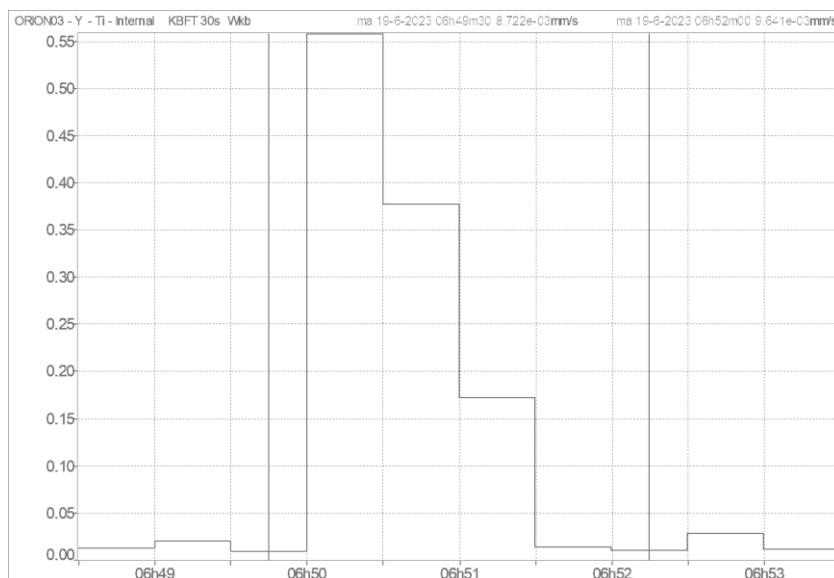
Praktisch gezien houdt de weging in dat in het frequentiegebied van 1 Hz tot 16 Hz een reductie plaatsvindt, en in het frequentiegebied van 16 Hz tot en met 80 Hz nagenoeg geen mindering van toepassing is. Door middel van integratie wordt het gemeten signaal omgezet in een voortschrijdende effectieve waarde.

In onderstaand figuur 4 is ter illustratie uit een andere meting, een voorbeeld gegeven van een passage van een trein en de daarbij optredende trillingsniveaus in één specifieke richting.



figuur 4 Trillingsmeting passage trein momentane waarde

Het gemeten niveau van figuur 4 wordt ingedeeld in meetintervallen van 30 seconden waarbij de hoogste waarde van deze interval wordt overgenomen. Dit intervalmaximum wordt gerapporteerd als de $V_{\text{eff,max}}$ zoals weergegeven in figuur 5.



figuur 5 $V_{\text{eff,max}}$ waarde voor een treinpassage

3.1 Hinder bestaande situaties

Van toepassing zijn de richtwaarden voor bestaande bouw. In de onderstaande tabel zijn de streefwaarden voor deze gewogen trillingssnelheden $V_{\text{eff,max}}$ weergegeven, deze waarde is dimensieloos. In tabel I zijn de streefwaarden uit de SBR richtlijn deel B overgenomen.

tabel I streefwaarden voor trillingen voor woningen in bestaande situaties

	dag en avond	nacht
A1. maximale trillingssterkte, v_{max} [.]	0,2	0,2
A2. hoogste maximale trillingssterkte, v_{max} [.]	0,8	0,4
A3. trillingssterkte over beoordelingsperiode, v_{per} [.]	0,1	0,1

De trillingen met betrekking tot hinder worden beoordeeld op het midden van het vloerveld.

De bovenstaande tabel geldt voor de huidige situatie. In geval van aanleg van een nieuwe weg, is sprake van een nieuwe situatie. In dat geval geldt het beoordelingskader zoals besproken in hoofdstuk 3.2.

Trillingen dienen beschouwd te worden indien streefwaarde A1 overschreden wordt. Trillingssterktes tot aan streefwaarde A2 zijn toelaatbaar mits de trillingssterkte voor de periode A3 niet overschreden wordt. Trillingen sterker dan A2 zijn niet toelaatbaar.

Voor de dag- en avondperiode (07:00 – 23:00u) gelden iets ruimere streefwaarden dan voor de nachtperiode (23:00 – 07:00u). Aangezien het treinverkeer ook in de nachtperiode rijdt, is deze periode maatgevend.

Bijlage 5 van de SBR richtlijn B geeft een kwalificatie voor de optredende trillingssterkte. Deze kwalificatie is opgenomen in tabel II.

tabel II *hinderkwalificatie voor weg- en railverkeer*

$V_{\text{eff,max}} [-]$	hinderkwalificatie
< 0,1	geen hinder
0,1 - 0,2	weinig hinder
0,2 – 0,8	matige hinder
0,8 – 3,2	hinder
> 3,2	ernstige hinder

Voor bestaande woningen stelt de SBR richtlijn dat moet worden gestreefd naar ‘weinig hinder’ maar dat ‘matige hinder’ incidenteel is.

Statistische analyse

De SBR richtlijn B geeft een methode aan voor een statistisch verwerking van de meetresultaten. Het doel hiervan is dat de toetswaarde $V_{\text{eff,max,stat}}$ een waarde uitdrukt met een betrouwbaarheid van 95%. De kans op overschrijden van deze waarde bedraagt dan 5%. De waarde van $V_{\text{eff,max,stat}}$ wordt deels bepaald door het gemiddelde van de gemeten trillingssterktes, en deels door de afwijking tussen de gemeten waarden in de vorm van de standaarddeviatie. Hoe groter de onderlinge afwijking tussen de passages, hoe groter de waarde van $V_{\text{eff,max,stat}}$. Waarden die minder dan de helft van de hoogst gemeten waarde bedragen worden niet meegenomen in de analyse. Bij 15 valide metingen wordt de kleinste afwijking berekend.

3.2 Hinder bij gewijzigde situaties

In geval van een wijziging schrijft de SBR richtlijn B het volgende voor:

Voor bestaande situaties mag het trillingsniveau niet toenemen. Hierbij geldt als bovengrens de waarden uit tabel I en als ondergrens de waarde in tabel III. Dus ongeacht het huidige trillingsniveau zijn de waarden uit onderstaande tabel toelaatbaar.

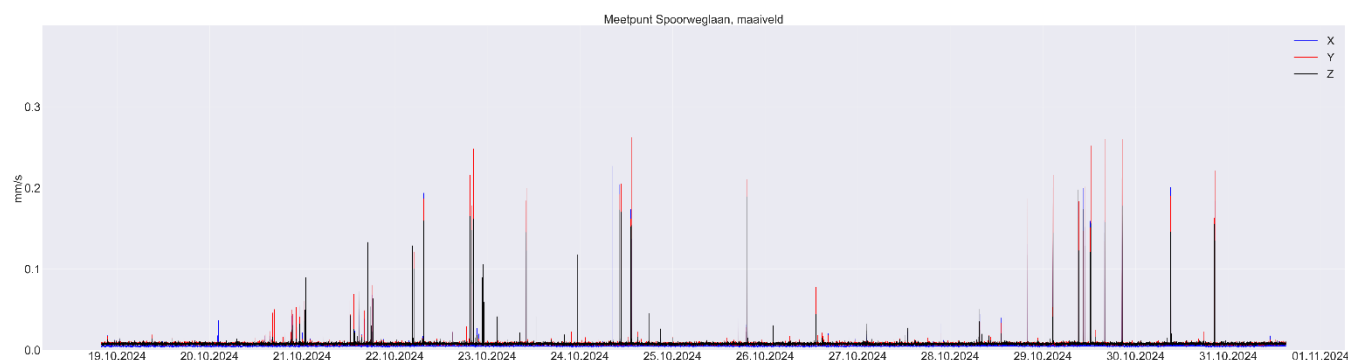
tabel III *streefwaarden voor trillingen voor woningen in nieuwe situaties*

	dag en avond	nacht
A1. maximale trillingssterkte, $v_{\text{max}} [-]$	0,1	0,1
A2. hoogste maximale trillingssterkte, $v_{\text{max}} [-]$	0,4	0,2
A3. trillingssterkte over beoordelingsperiode, $v_{\text{per}} [-]$	0,05	0,05

4 Resultaten metingen

4.1 Spoorweglaan

In onderstaand figuur 6 is het verloop van de gemeten trillingsniveaus weergegeven als functie van de tijd. De zwarte lijn betreft de verticale Z-as, de rode lijn de Y-as en de blauwe lijn de X-as. De plot is eveneens opgenomen in Bijlage B.



figuur 6 Trillingsniveaus locatie meetpunt Spoorweglaan (Orion03)

Weergegeven zijn alle gemeten pieken inclusief eventuele verstoringen. Op deze locatie is geen sprake geweest van verstoringen. Door de audio-opnames van de passages terug te luisteren is geverifieerd dat het daadwerkelijk treinpassages betrof. Aan de hand van de gemeten trillingsniveaus is bepaald wanneer treinpassages hebben plaatsgevonden.

Deze is vergeleken met informatie verstrekt door DB Cargo. De opgave van de DB CARGO kwam maar ten dele overeen met de werkelijk gemeten passages. Aangezien vervoer van tankwagons van en naar de haven Julianalaan plaatsvindt, kan worden aangenomen dat vervoer minimaal voor de helft plaatsvindt met volle belading. Daarbij vinden ook rangeerbewegingen plaats, waarbij een losse loc passeert en het terugrijden van lege wagons. Een lijst met de gemeten passages is opgenomen in onderstaande tabel IV. Het betreft 30 treinpassages waarvan bij sommige passages bekend is waaruit de trein is samengesteld.. Er wordt niet op vaste tijden gereden. Bij de beoordeling wordt uitgegaan van de hoogste optredende niveaus, ongeacht de treinsamenstelling.

tabel IV Lijst met treinpassages

datum	tijdstip	info
22-10-2024	19:32	2 x Bemoloc, 10 lege wagons
	20:03	
	20:26	Bemoloc, 15 lege wagons
23-10-2024	9:58	
	10:10	
24-10-2024	10:10	
	10:45	

datum	tijdstip	info
25-10-2024	13:12	
	13:28	
	19:22	
	19:38	
28-10-2024	19:53	
28-10-2024	20:05	
29-10-2024	2:29	
	2:52	2 x Bemoloc, 18 wagens vol
	9:02	
	9:23	
	10:33	
	10:51	
	12:17	
	13:34	
	15:49	
	16:04	
	20:20	
	20:32	
	20:36	
	9:07	
	9:26	
	20:29	
30-10-2024		

Voor bovenstaande passages zijn de trillingsniveaus beoordeeld. Deze waarden zijn statistisch verwerkt volgens de SBR richtlijn B. De resultaten zijn opgenomen in Bijlage C

In de onderstaande tabel V zijn de statistisch verwerkte meetresultaten samengevat voor de meetpost aan de Spoorweglaan.

tabel V

Resultaten monitoring bij de Spoorweglaan 18 t/m 31 oktober 2024

	X (parallel spoor)	Y (haaks spoor)	Z (verticaal)
gemiddelde trillingssterkte $V_{\text{eff,max}}$	0,20	0,23	0,17
maximale trillingssterkte $V_{\text{eff,max}}$	0,24	0,27	0,20
bepaald over top # (aantal valide metingen)	15	15	15
toetswaarde $V_{\text{eff,max,STAT}}$	0,23	0,28	0,19
toetswaarde $V_{\text{eff,max}}$ [dB, ref 1 nm/s]	107,3	108,8	105,6

Voor de beoordeling van de $V_{\text{eff,max}}$ wordt geen onderscheid gemaakt in de dag-, avond- of nachtperiode aangezien niet te voorspellen is wanneer de maatgevende treinen rijden.

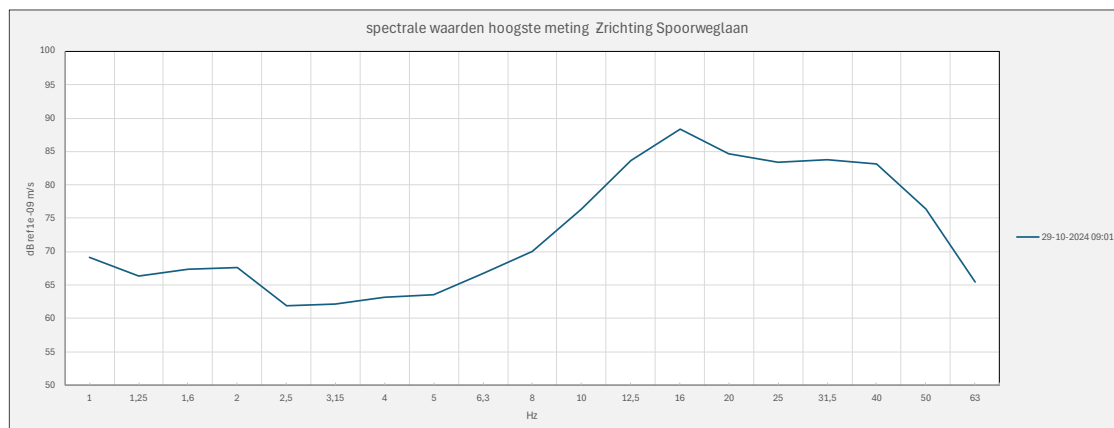
In tabel V is ook de trillingssnelheid in dB uitgedrukt. Ter referentie: 0,1 mm/s komt overeen met 100 dB en 0,2 mm/s met 106 dB.

Voor de V_{per} wordt verwezen naar Bijlage C. Bij hoge intensiteiten kan ook de V_{per} leiden tot een overschrijding van de streefwaarde. Vooralsnog wordt hier niet op getoetst.

4.1.1

Spectrum

Voor de maximaal gemeten trillingssnelheid op het maaiveld is het spectrum bepaald in de tertsbanden van 1 t/m 100 Hz. Het betreft de rms waarde uitgedrukt in dB tijdens de 30 seconden interval van de maatgevende passage. Deze is weergegeven in figuur 7.



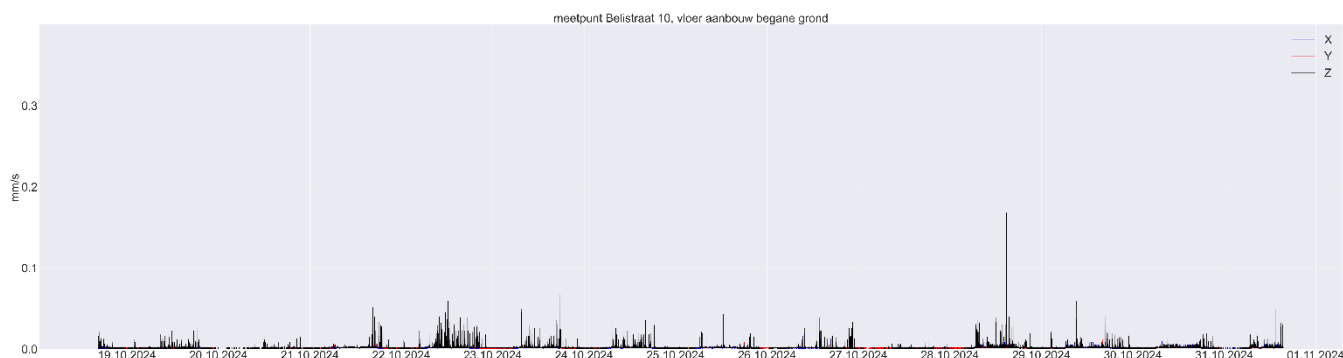
figuur 7

Gemeten spectrum passage (goederen)trein op maaiveld ter plaatse van de Spoorweglaan (RMS waarde over 30 seconde interval in de Z-richting)

De dominante frequenties liggen relatief hoog, rond de 25 Hz. Doorgaans zien we de piek in de frequenties onder de 10 Hz, meestal ten gevolge van slappere bodemlagen. Dit is hier niet het geval.

4.2 Locatie Belikstraat 10

In onderstaand figuur 8 is het verloop van de gemeten trillingsniveaus weergegeven als functie van de tijd. De zwarte lijn betreft de verticale Z-as, de rode lijn de Y-as en de blauwe lijn de X-as. De plot is eveneens opgenomen in Bijlage B.



figuur 8 Trillingsniveaus Belikstraat 10 (RB4)

Weergegeven zijn de pieken inclusief eventuele verstoringen. In de woning is nauwelijks sprake geweest van enige verstoring. De niveaus zijn laag, er is vrijwel geen sprake van trillingen.

Het bestaande niveau is als volgt bepaald:

- De meetintervallen rond het tijdstip van de passage van treinen uit tabel IV zijn beoordeeld;
- Hierbij hoort het meetinterval van 30 seconden voor de passagetijd en het meetinterval van 30 seconden na de passagetijd;
- Eventuele verstoringen zijn buiten de beoordeling gelaten;

Van de valide metingen in de bovengenoemde tijdsintervallen is een sortering gemaakt op de hoogst optredende waarden. De laagste meegenomen meetwaarde is niet kleiner dan 50% van de hoogste waarde. Deze zijn opgenomen in Bijlage C. Deze waarden zijn statistisch verwerkt volgens de SBR richtlijn B waarbij een toetswaarde wordt bepaald.

In de onderstaande tabel VI zijn de statistisch verwerkte meetresultaten samengevat voor de beoordeling van trillingshinder.

tabel VI Resultaten monitoring Belikstraat 10 18 t/m 31 oktober 2024

	X (parallel spoor)	Y (haaks spoor)	Z (verticaal)
gemiddelde trillingssterkte $V_{eff,max}$	0,01	0,00	0,01
maximale trillingssterkte $V_{eff,max}$	0,01	0,00	0,02
bepaald over top # (aantal valide metingen)	4	10	5
toetswaarde $V_{eff,max,STAT}$	0,01	0,01	0,02
toetswaarde $V_{eff,max}$ [dB, ref 1 nm/s]	80,8	75,1	86,7

Voor de beoordeling van de $V_{\text{eff,max}}$ wordt geen onderscheid gemaakt in de dag-, avond- of nachtperiode aangezien niet te voorspellen is wanneer de maatgevende treinen rijden.

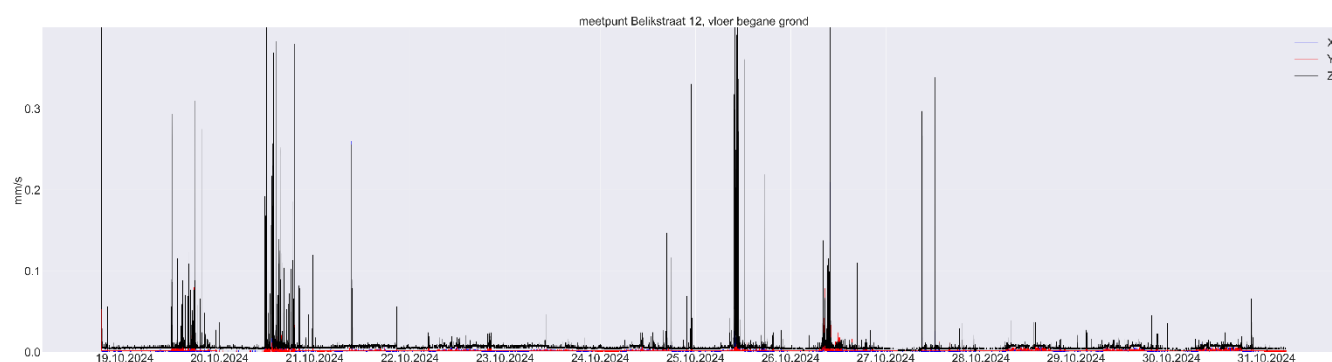
In tabel VI is ook de trillingssnelheid in dB uitgedrukt. Om een verschil te bepalen tussen meetpunten of de grenswaarde is het praktisch om deze in dB uit te drukken. Streefwaarde A2 voor gewijzigde situaties bedraagt 106 dB en streefwaarde A1, 100 dB.

Voor de V_{per} wordt verwezen naar Bijlage C. Bij hoge intensiteiten kan ook de V_{per} leiden tot een overschrijding van de streefwaarde. In dit geval is de V_{per} niet relevant.

De gemeten trillingsniveaus zijn ruim onder de streefwaarde. Er is geen sprake van relevante trillingen ten gevolge van de goederentreinen.

4.3 Locatie Belikstraat 12

In onderstaand figuur 9 is het verloop van de gemeten trillingsniveaus weergegeven als functie van de tijd. De zwarte lijn betreft de verticale Z-as, de rode lijn de Y-as en de blauwe lijn de X-as. De plot is eveneens opgenomen in Bijlage B.



figuur 9 Trillingsniveaus Belikstraat 12 (RB1)

Weergegeven zijn de pieken inclusief eventuele verstoringen. In de woning te zien dat door lopen pieken zijn veroorzaakt. Buiten dat is er nauwelijks sprake van enige trillingen.

Het bestaande niveau is bepaald zoals in hoofdstuk 4.2 besproken. Van de valide metingen in de bovengenoemde tijdsintervallen is een sortering gemaakt op de hoogst optredende waarden. De laagste meegenomen meetwaarde is niet kleiner dan 50% van de hoogste waarde. Deze zijn opgenomen in Bijlage C. Deze waarden zijn statistisch verwerkt volgens de SBR richtlijn B.

In de onderstaande tabel VII zijn de statistisch verwerkte meetresultaten samengevat voor de beoordeling van trillingshinder.

tabel VII

Resultaten monitoring Belikstraat 12 18 t/m 31 oktober 2024

	X (parallel spoor)	Y (haaks spoor)	Z (verticaal)
gemiddelde trillingssterkte $V_{\text{eff,max}}$	0,01	0,01	0,02
maximale trillingssterkte $V_{\text{eff,max}}$	0,01	0,01	0,02
bepaald over top # (aantal valide metingen)	3	3	16
toetswaarde $V_{\text{eff,max,STAT}}$	0,01	0,02	0,02
toetswaarde $V_{\text{eff,max}}$ [dB, ref 1 nm/s]	83,1	83,7	87,6

Voor de beoordeling van de $V_{\text{eff,max}}$ wordt geen onderscheid gemaakt in de dag-, avond- of nachtperiode aangezien niet te voorspellen is wanneer de maatgevende treinen rijden.

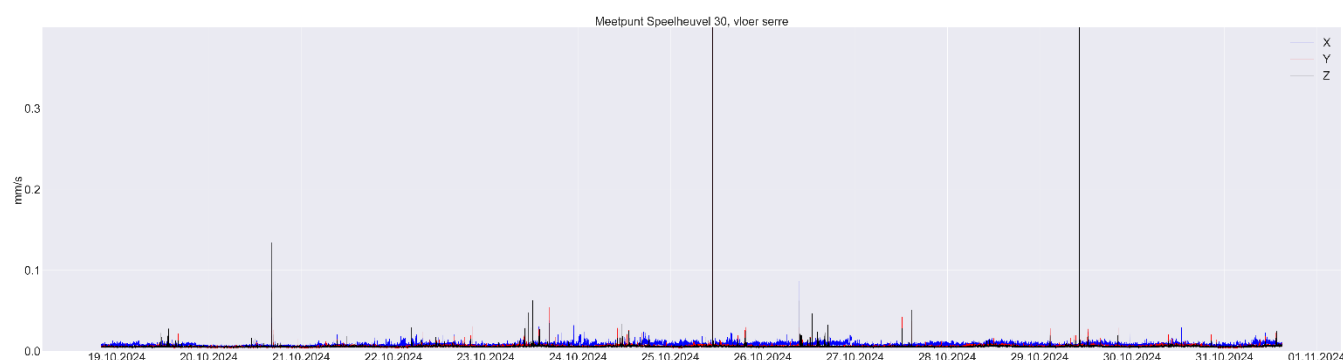
In tabel VII is ook de trillingssnelheid in dB uitgedrukt. Om een verschil te bepalen tussen meetpunten of de grenswaarde is het praktisch om deze in dB uit te drukken. Streefwaarde A2 voor gewijzigde situaties bedraagt 106 dB en streefwaarde A1, 100 dB.

Voor de V_{per} wordt verwezen naar Bijlage C. Bij hoge intensiteiten kan ook de V_{per} leiden tot een overschrijding van de streefwaarde. In dit geval is de V_{per} niet relevant.

De gemeten trillingsniveaus zijn ruim onder de streefwaarde. Er is geen sprake van relevante trillingen ten gevolge van de goederentreinen.

4.4 Locatie Speelheuvel 30

In onderstaand figuur 10 is het verloop van de gemeten trillingsniveaus weergegeven als functie van de tijd. De zwarte lijn betreft de verticale Z-as, de rode lijn de Y-as en de blauwe lijn de X-as. De plot is eveneens opgenomen in Bijlage B.



figuur 10 Trillingsniveaus Speelheuvel 30 (ORION02)

Weergegeven zijn de pieken inclusief eventuele verstoringen. In de woning is nauwelijks sprake geweest van enige verstoring. Er zijn 3 pieken te zien ten gevolge van een verstoring. Buiten dat is er nauwelijks sprake van enige trillingen.

Het bestaande niveau is bepaald zoals in hoofdstuk 4.2 besproken. Van de valide metingen in de bovengenoemde tijdsintervallen is een sortering gemaakt op de hoogst optredende waarden. De

laagste meegenomen meetwaarde is niet kleiner dan 50% van de hoogste waarde. Deze zijn opgenomen in Bijlage C. Deze waarden zijn statistisch verwerkt volgens de SBR richtlijn B.

In de onderstaande tabel VIII zijn de statistisch verwerkte meetresultaten samengevat voor de beoordeling van trillingshinder.

tabel VIII

Resultaten monitoring Speelheuvel 30 18 t/m 31 oktober 2024

	X (parallel spoor)	Y (haaks spoor)	Z (verticaal)
gemiddelde trillingssterkte $V_{\text{eff,max}}$	0,01	0,03	0,02
maximale trillingssterkte $V_{\text{eff,max}}$	0,02	0,04	0,03
bepaald over top # (aantal valide metingen)	15	15	13
toetswaarde $V_{\text{eff,max,STAT}}$	0,02	0,03	0,03
toetswaarde $V_{\text{eff,max}}$ [dB, ref 1 nm/s]	85,5	90,7	89,4

Voor de beoordeling van de $V_{\text{eff,max}}$ wordt geen onderscheid gemaakt in de dag-, avond- of nachtperiode aangezien niet te voorspellen is wanneer de maatgevende treinen rijden.

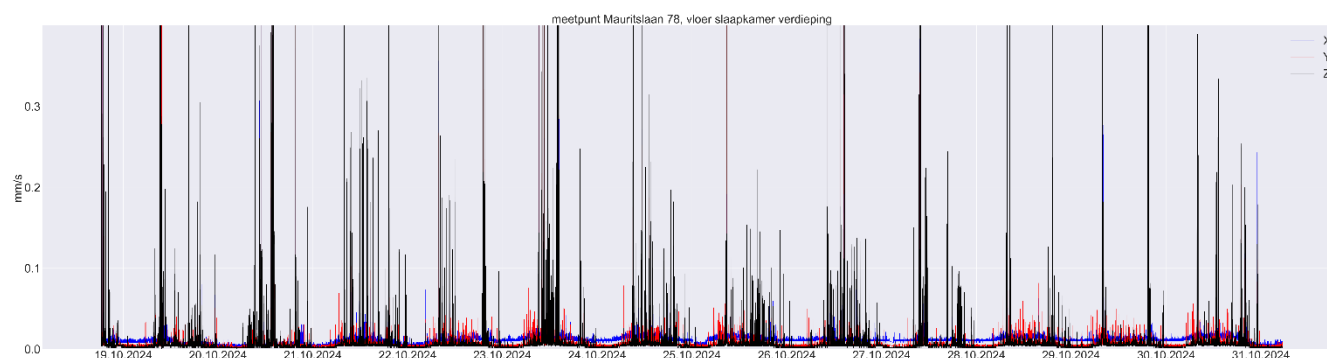
In tabel VIII is ook de trillingssnelheid in dB uitgedrukt. Om een verschil te bepalen tussen meetpunten of de grenswaarde is het praktisch om deze in dB uit te drukken. Streefwaarde A2 voor gewijzigde situaties bedraagt 106 dB en streefwaarde A1, 100 dB.

Voor de V_{per} wordt verwezen naar Bijlage C. Bij hoge intensiteiten kan ook de V_{per} leiden tot een overschrijding van de streefwaarde. In dit geval is de V_{per} niet relevant..

De gemeten trillingsniveaus zijn ruim onder de streefwaarde. Er is geen sprake van relevante trillingen ten gevolge van de goederentreinen.

4.5 Locatie Mauritslaan 78

In onderstaand figuur 11 is het verloop van de gemeten trillingsniveaus weergegeven als functie van de tijd. De zwarte lijn betreft de verticale Z-as, de rode lijn de Y-as en de blauwe lijn de X-as. De plot is eveneens opgenomen in Bijlage B.



figuur 11 Trillingsniveaus Mauristlaan 78 (RB3)

Weergegeven zijn de pieken inclusief eventuele verstoringen. Pieken ten gevolge van lopen zijn duidelijk zichtbaar. Ook is de woning gelegen aan een doorgaande weg waardoor trillingen worden geregistreerd ten gevolge van passerend verkeer.

Het bestaande niveau is bepaald zoals in hoofdstuk 4.2 besproken. Van de valide metingen in de bovengenoemde tijdsintervallen is een sortering gemaakt op de hoogst optredende waarden. De

laagste meegenomen meetwaarde is niet kleiner dan 50% van de hoogste waarde. Deze zijn opgenomen in Bijlage C. Deze waarden zijn statistisch verwerkt volgens de SBR richtlijn B.

In de onderstaande tabel IX zijn de statistisch verwerkte meetresultaten samengevat voor de beoordeling van trillingshinder.

tabel IX Resultaten monitoring Mauritslaan 78 18 t/m 31 oktober 2024

	X (parallel spoor)	Y (haaks spoor)	Z (verticaal)
gemiddelde trillingssterkte $V_{\text{eff,max}}$	0,03	0,03	0,02
maximale trillingssterkte $V_{\text{eff,max}}$	0,04	0,04	0,02
bepaald over top # (aantal valide metingen)	7	6	8
toetswaarde $V_{\text{eff,max,STAT}}$	0,04	0,05	0,03
toetswaarde $V_{\text{eff,max}}$ [dB, ref 1 nm/s]	92,2	93,3	88,4

Voor de beoordeling van de $V_{\text{eff,max}}$ wordt geen onderscheid gemaakt in de dag-, avond- of nachtperiode aangezien niet te voorspellen is wanneer de maatgevende treinen rijden. In tabel IX is ook de trillingssnelheid in dB uitgedrukt. Om een verschil te bepalen tussen meetpunten of de grenswaarde is het praktisch om deze in dB uit te drukken. Streefwaarde A2 voor gewijzigde situaties bedraagt 106 dB en streefwaarde A1, 100 dB.

Voor de V_{per} wordt verwezen naar Bijlage C. Bij hoge intensiteiten kan ook de V_{per} leiden tot een overschrijding van de streefwaarde. In dit geval is de V_{per} niet relevant.

De gemeten trillingsniveaus zijn ruim onder de streefwaarde. Er is geen sprake van relevante trillingen ten gevolge van de goederentreinen.

5 Conclusie

Langs het goederenspoor te Urmond is in vier woningen en langs het spoor de trillingsniveaus gemeten. In de woningen zijn geen verhoogde trillingsniveaus ten gevolge van treinpassages gemeten. Het referentieniveau is bepaald door de trillingsniveaus rond de passage van een goederentrein te verwerken.

Het verschil tussen de verwachtingswaarde bij het meetpunt Spoorweglaan en bij de woningen bedraagt een factor 6. Door de lage gemeten niveaus is dit een ondergrens, in de praktijk kan de reductie hoger zijn. In ieder geval kan hieruit worden geconcludeerd dat de reductie minimaal 15 dB over een afstand van 64 meter bedraagt.

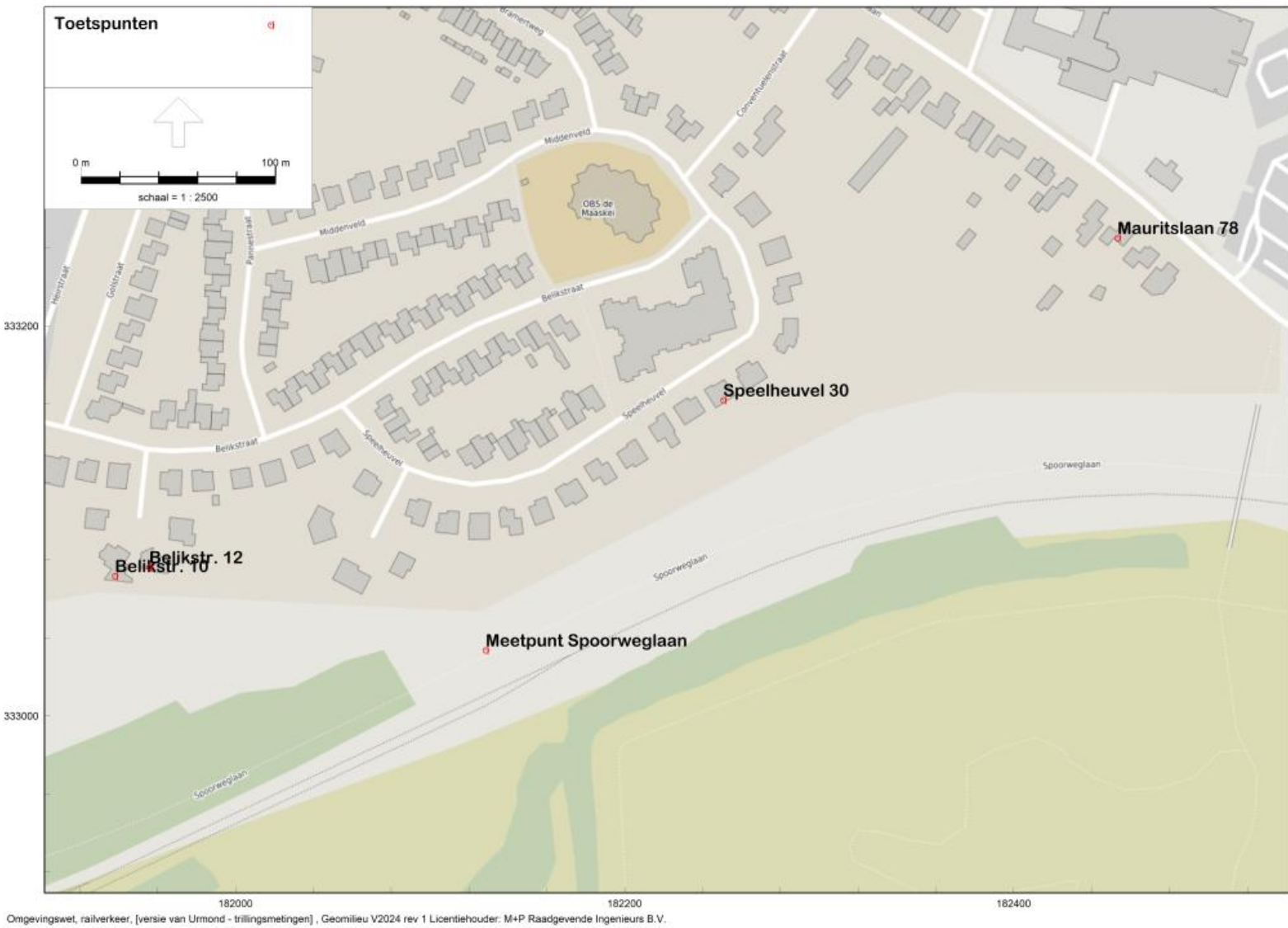
Deze waarde kan in de toekomst gehanteerd worden om de trillingen langs de nieuwe weg te beoordelen. Bij een afstand van 64 meter tot de woningen geldt dan de streefwaarde uit tabel III +16 dB oftewel een factor 6,5 hoger.

6 Literatuur

- [1] *SBR Trillingsrichtlijn A, Schade aan bouwwerken*, november 2017;
- [2] *SBR deel B, Hinder voor personen in gebouwen*, meet- en beoordelingsrichtlijn, augustus 2002;
- [3] DIN 4150-2:1999-06, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf menschen in Gebäuden, juni 1999;
- [4] Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen, MinW, Referentie 111016/19-007.368 mei 2019.

Bijlage A

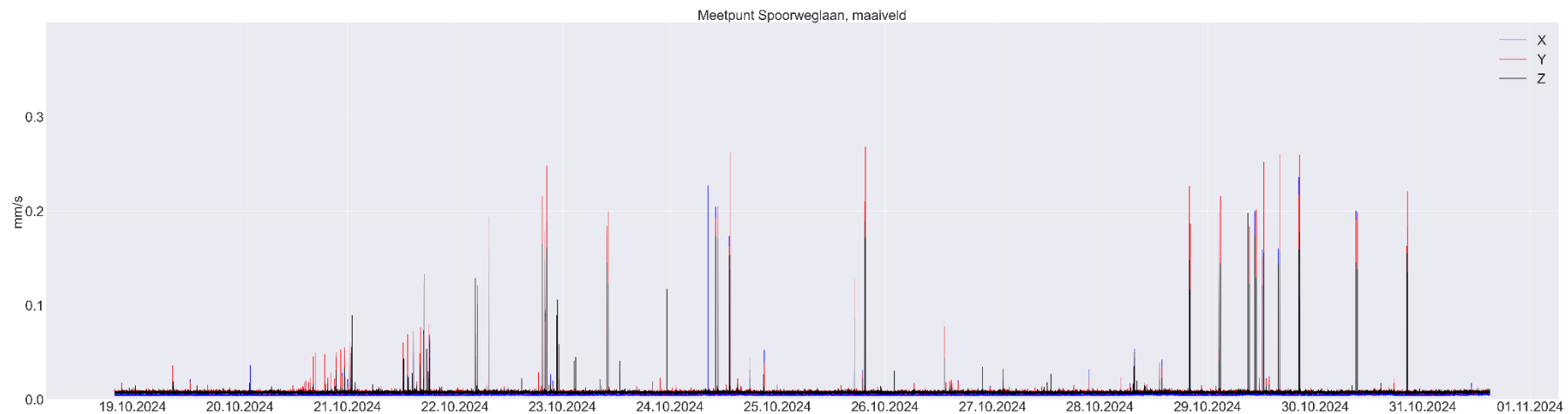
Figuren



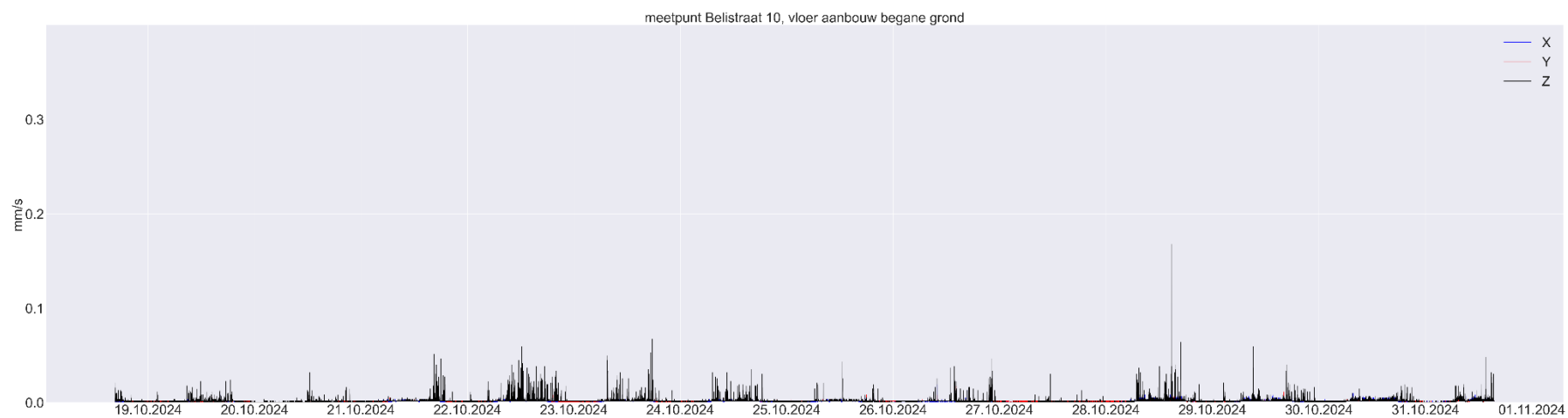
figuur 12 Meetlocaties

Bijlage B

Plots meetwaarden voor de verschillende meetpunten

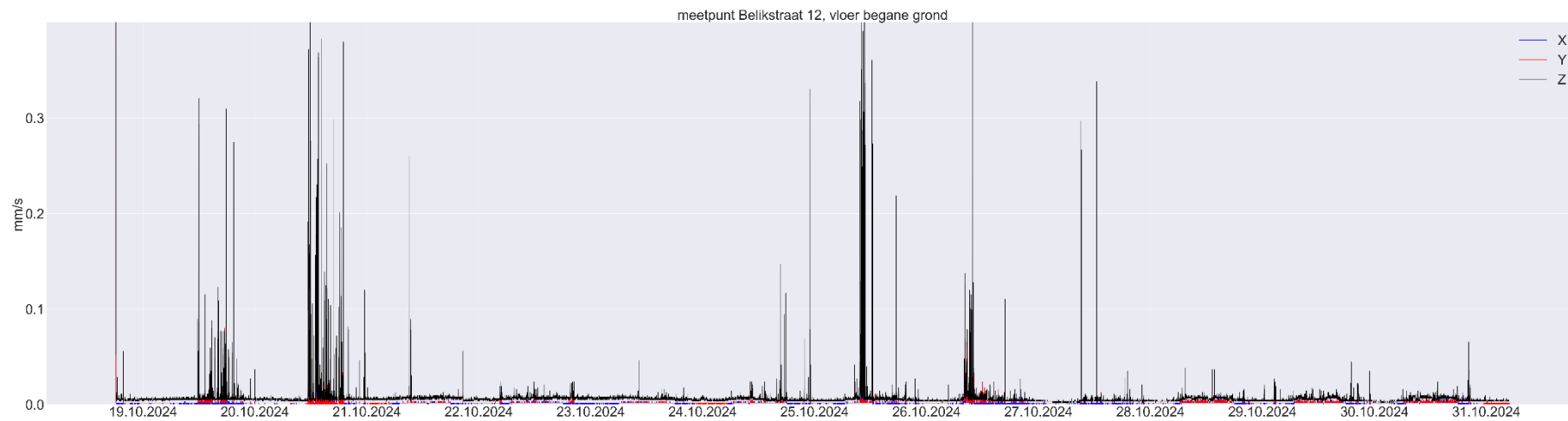


figuur 13 Gemeten trillingsniveaus in tijdsdomein locatie Spoorweglaan (Orion03) (blauw = X-richting, rood = Y-richting, zwart = Z-richting)

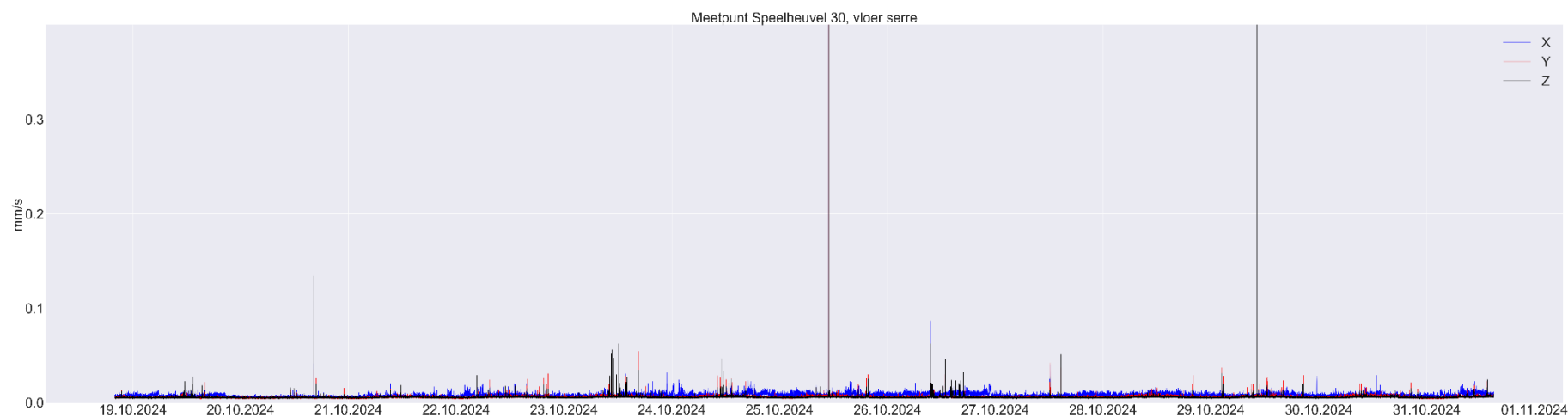


figuur 14 Gemeten trillingsniveaus in tijdsdomein locatie Belikstraat 10 (RB4) (blauw = X-richting, rood = Y-richting, zwart = Z-richting)



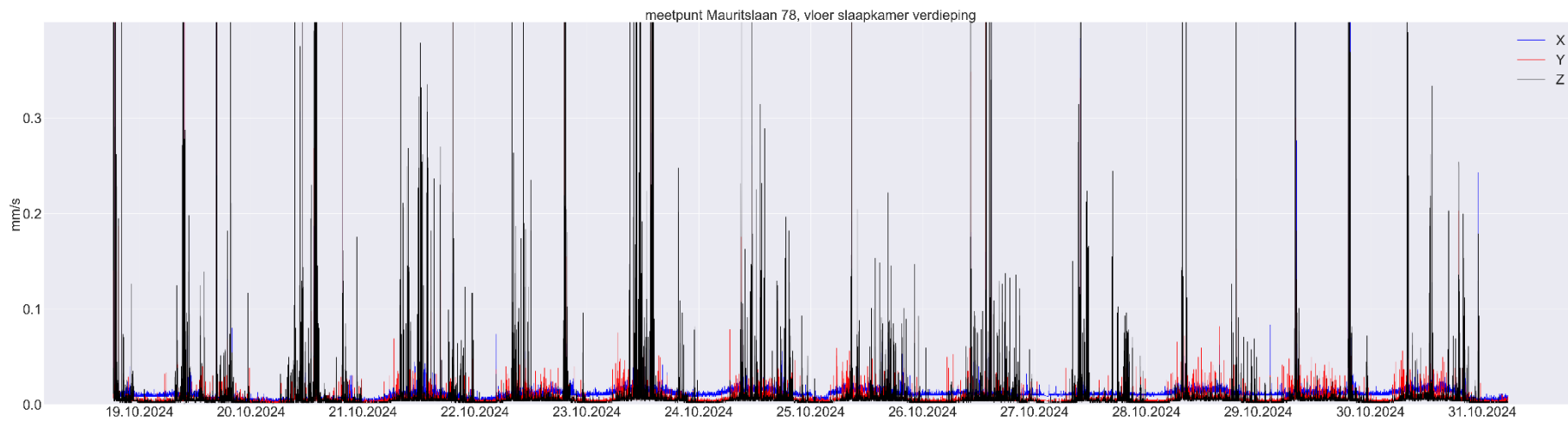


figuur 15 Gemeten trillingsniveaus in tijdsdomein locatie Belikstraat 12 (RB1) (blauw = X-richting, rood = Y-richting, zwart = Z-richting)



figuur 16 Gemeten trillingsniveaus in tijdsdomein locatie Speelheuvel 30 (ORION02) (blauw = X-richting, rood = Y-richting, zwart = Z-richting)





figuur 17 Gemeten trillingsniveaus in tijdsdomein locatie Mauritslaan 78 (RB3) (blauw = X-richting, rood = Y-richting, zwart = Z-richting)



Bijlage C

Statistische verwerking meetwaarden per meetpunt

tabel X

Locatie meetpunt Spoorweglaan

	03_Channel 6 stat	03_Channel 7 stat	03_Channel 8 stat
2024-10-22 07:31:00	0,194		0,159
2024-10-22 19:32:00	0,194		0,165
2024-10-22 19:32:30		0,215	0,158
2024-10-22 20:26:00	0,188	0,248	0,161
2024-10-24 08:31:30	0,227		
2024-10-24 10:10:30	0,204		0,173
2024-10-24 10:45:30		0,205	0,170
2024-10-24 13:28:30		0,262	
2024-10-25 19:22:30			0,189
2024-10-25 19:23:00		0,210	
2024-10-25 19:38:30	0,209	0,268	0,172
2024-10-28 19:53:30	0,176		
2024-10-28 19:54:00		0,226	
2024-10-29 02:28:30			0,157
2024-10-29 02:52:00	0,179	0,216	
2024-10-29 02:52:30	0,207		
2024-10-29 09:02:00	0,182		0,198
2024-10-29 10:33:00	0,200		0,173
2024-10-29 12:34:30		0,252	
2024-10-29 16:04:30		0,260	0,158
2024-10-29 20:20:30	0,236	0,217	0,159
2024-10-29 20:21:00		0,209	
2024-10-29 20:36:00		0,260	0,178
2024-10-29 20:36:30		0,204	0,165
2024-10-30 09:07:30	0,200		
2024-10-30 09:26:30	0,177		
2024-10-30 20:35:30	0,184	0,221	
Mean	0,20	0,23	0,17
Max	0,24	0,27	0,20

	03_Channel 6 stat	03_Channel 7 stat	03_Channel 8 stat
Count	15	15	15
Veff,max,stat	0,23	0,28	0,19
Veff,max,stat [dB]	107,3	108,8	105,6
Vper day	0,00	0,00	0,00
Vper evening	0,00	0,01	0,00
Vper night	0,00	0,00	0,00

tabel XI

Locatie meetpunt Belikstraat 10

	X-Axis stat	Y-Axis stat	Z-Axis stat
22-10-2024 19:32:55			0,014
22-10-2024 20:25:25		0,005	0,019
24-10-2024 10:44:59			0,013
25-10-2024 19:37:33	0,005	0,005	
25-10-2024 19:38:03	0,006	0,005	0,013
25-10-2024 19:38:33	0,008	0,003	0,014
29-10-2024 02:28:11		0,003	
29-10-2024 02:28:41		0,003	
29-10-2024 20:35:14		0,003	
29-10-2024 20:35:44	0,005	0,005	
29-10-2024 20:36:14		0,003	
30-10-2024 20:34:47		0,003	
Mean	0,01	0,00	0,01
Max	0,01	0,00	0,02
Count	4	10	5
Veff,max,stat	0,01	0,01	0,02
Veff,max,stat [dB]	80,8	75,1	86,7
Vper day	0,00	0,00	0,00
Vper evening	0,00	0,00	0,00
Vper night	0,00	0,00	0,00

tabel XII

Locatie meetpunt Belikstraat 12

	X-Axis stat	Y-Axis stat	Z-Axis stat
22-10-2024 07:31:25			0,018
22-10-2024 19:32:25			0,016
22-10-2024 19:32:55			0,022
22-10-2024 20:25:25			0,024
22-10-2024 20:25:55			0,018
24-10-2024 10:10:57			0,018
24-10-2024 10:44:57			0,018
25-10-2024 19:23:03			0,021
25-10-2024 19:37:33		0,006	
25-10-2024 19:38:03	0,008	0,010	0,018
25-10-2024 19:38:33	0,010	0,006	0,018
29-10-2024 02:28:36	0,006		
29-10-2024 02:51:36			0,019
29-10-2024 20:21:07			0,022
29-10-2024 20:35:07			0,016
29-10-2024 20:35:37			0,019
29-10-2024 20:36:07			0,022
30-10-2024 20:35:07			0,018
Mean	0,01	0,01	0,02
Max	0,01	0,01	0,02
Count	3	3	16
Veff,max,stat	0,01	0,02	0,02
Veff,max,stat [dB]	83,1	83,7	87,6
Vper day	0,00	0,00	0,00
Vper evening	0,00	0,00	0,00
Vper night	0,00	0,00	0,00

tabel XIII

Locatie meetpunt Speelheuvel 30

	02_Channel 6 stat	02_Channel 7 stat	02_Channel 8 stat
22-10-2024 07:30:30		0,024	
22-10-2024 07:31:30	0,016		
22-10-2024 19:31:30		0,027	0,019
22-10-2024 19:32:00	0,011		0,017
22-10-2024 20:26:30	0,011	0,031	
24-10-2024 10:10:00	0,012	0,028	0,016
24-10-2024 10:46:00		0,027	
25-10-2024 19:22:00	0,011	0,026	0,016
25-10-2024 19:22:30		0,023	
25-10-2024 19:38:00	0,011		
25-10-2024 19:38:30	0,012		
25-10-2024 19:39:00	0,016	0,029	0,025
29-10-2024 02:28:00	0,019	0,037	0,026
29-10-2024 02:28:30	0,016	0,023	0,031
29-10-2024 02:29:00	0,016		0,020
29-10-2024 02:52:30			0,017
29-10-2024 02:53:00		0,028	0,019
29-10-2024 10:33:30	0,013		
29-10-2024 12:35:00	0,015	0,022	
29-10-2024 16:05:00		0,023	
29-10-2024 20:20:00			0,019
29-10-2024 20:36:30	0,011	0,029	0,020
29-10-2024 20:37:00	0,013	0,024	0,018
Mean	0,01	0,03	0,02
Max	0,02	0,04	0,03
Count	15	15	13
Veff,max,stat	0,02	0,03	0,03
Veff,max,stat [dB]	85,5	90,7	89,4
Vper day	0,00	0,00	0,00

	02_Channel 6 stat	02_Channel 7 stat	02_Channel 8 stat
Vper evening	0,00	0,00	0,00
Vper night	0,00	0,00	0,00

tabel XIV

Locatie meetpunt Mauritslaan 78

	X-Axis stat	Y-Axis stat	Z-Axis stat
22-10-2024 19:31:13	0,030		0,013
22-10-2024 19:31:43	0,026	0,026	0,019
24-10-2024 10:09:46	0,024		0,014
25-10-2024 19:21:48			0,013
25-10-2024 19:38:18		0,024	0,016
25-10-2024 19:38:48		0,030	0,019
29-10-2024 02:28:23	0,038	0,030	0,024
29-10-2024 09:01:24			0,013
29-10-2024 09:02:24		0,042	
29-10-2024 20:19:55	0,024		
29-10-2024 20:35:55	0,022		
30-10-2024 09:25:56	0,022	0,024	
Mean	0,03	0,03	0,02
Max	0,04	0,04	0,02
Count	7	6	8
Veff,max,stat	0,04	0,05	0,03
Veff,max,stat [dB]	92,2	93,3	88,4
Vper day	0,00	0,00	0,00
Vper evening	0,00	0,00	0,00
Vper night	0,00	0,00	0,00