

Trillingsonderzoek

Bouwplan Stationstuinen fase 1 veld A en B te Barendrecht

OPGESTELD VOOR:
BRO Adviseurs

OPGESTELD DOOR:
STANTEC BV

15-9-2023
REFERENTIE 327200754



**Trillingsonderzoek
Bouwplan Stationstuinen fase 1 veld A en B te
Barendrecht**

In opdracht van:

BRO Adviseurs

Opgesteld door:

ir. H.J.M. Schipperen

Projectnummer:

327200754

Documentnaam:

327200753 TR rapport Stationstuinen Barendrecht

Datum:

15 september 2023

Versie	Vrijgegeven door		Datum
2	Hr. P. Aarsen		22-06-2023

Bezoekadres

Hoeverstein 20b
4903 SC OOSTERHOUT
www.stantec.com/nl

KVK Haaglanden 27 18 43 23

BNP Paribas 022 77 40 432

IBAN NL11BNPA0227740432 BIC BNPANL2A

Stantec BV is ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 en VCA** gecertificeerd

Het is niet toegestaan de inhoud en/of vorm van door Stantec opgestelde rapportages aan te passen

Inhoudsopgave

1.0 Inleiding	1
2.0 Onderzoekslokatie	2
3.0 Beschrijving situatie	3
3.1 Algemeen	3
3.2 Constructie bouwplan	3
3.3 Bodemopbouw	3
4.0 Toetsingswaarden hinder	6
5.0 Overdrachtsprognoses inzake gebouwen	7
5.1 Algemeen	7
5.2 Fundering en gebouwconstructie	7
5.3 Vloerconstructie	8
6.0 Trillingsmetingen	10
6.1 Algemeen	10
6.2 Meetresultaten	11
6.3 Gecorrigeerde resultaten; prognose	12
7.0 Toetsing trillingimmissie; prognose	13
8.0 Conclusie van de prognose	14

Bijlage 1: Lokale toekomstige situatie; meetlocaties van de Vibra's SBR⁺

Bijlage 2: Meetresultaten van de Vibra SBR⁺; Bergeend 11

Bijlage 3: Meetresultaten van de Vibra SBR⁺; Stationsweg 2

Bijlage 4: Termen en definities SBR B

Bijlage 5: Treinintensiteiten per maand station Barendrecht vanaf 2018 tot heden

1.0 INLEIDING

In opdracht van BRO Adviseurs is een trillingstechnisch onderzoek uitgevoerd uitgaande van metingen in 2 bestaande woningen waar in de directe nabijheid en in de nabije toekomst bouwplan Stationstuinen gerealiseerd wordt aan de noordoostzijde van station Barendrecht. Onderhavig onderzoek heeft alleen betrekking op fase 1 veld A en B.

Doel van het onderzoek is het prognosticeren van de trillingsniveaus in de toekomstige gevoelige ruimten van het bouwplan ten gevolge van het railverkeer welke over het nabijgelegen spoortraject en station van Barendrecht rijden. Deze trillingniveaus worden geprognosticeerd op basis van de resultaten van de trillingmetingen in de woningen.

Het railverkeer rijdt in een overdekte betonnen tunnelbak ter hoogte van de beschouwde locatie.

Aanleiding voor het onderzoek is de zorg van de opdrachtgever om mogelijke toekomstige trillingshinder in de gevoelige ruimten van de nieuwbouw ten gevolge van het railverkeer welke over genoemd traject rijdt, te voorkomen.

Ten behoeve van het onderzoek zijn trillingsmetingen in 2 woningen verricht conform de voorschriften uit de SBR richtlijn B: Hinder voor personen in gebouwen; meet- en beoordelingsrichtlijn augustus 2002. Gedurende 1 representatieve week medio 2018 zijn de trillingsniveaus gemeten en zijn geëxtrapoleerd naar heden (medio 2023).

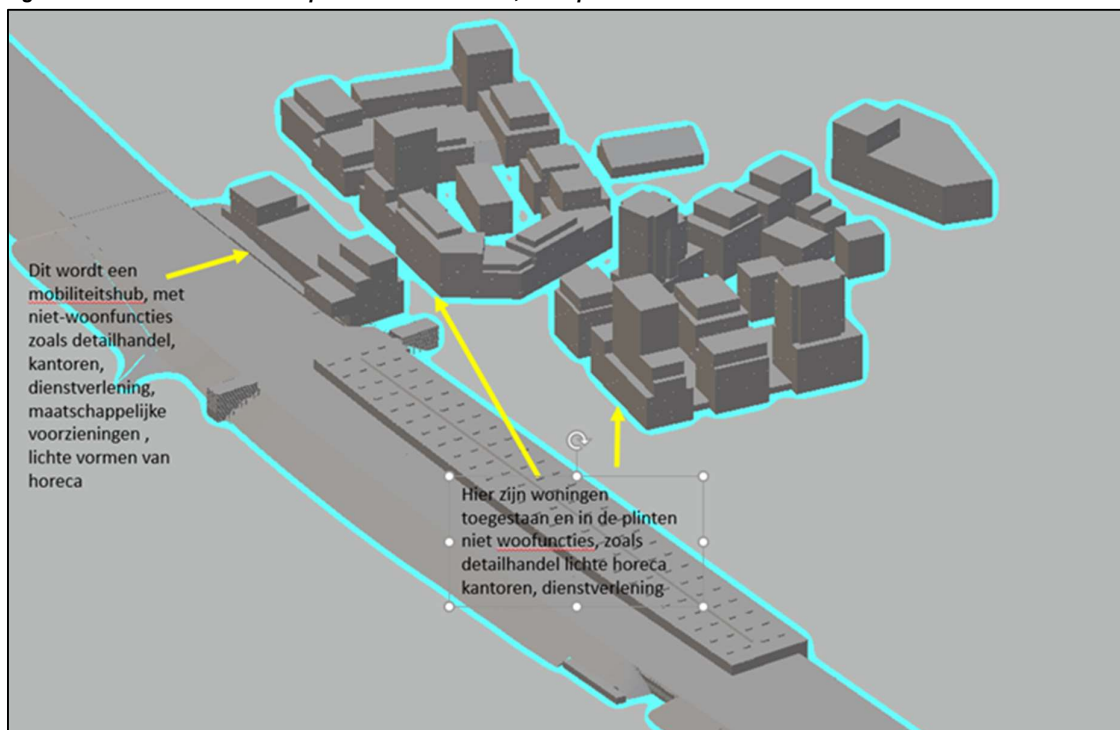
Voor de overdracht van bodem naar gebouw en van gebouw naar verdiepingsvloer zijn frequentie afhankelijke overdrachtsfuncties gebruikt ten behoeve van de trillingsprognose in een verdiepingencomplex van de dichtstbij het spoor geprojecteerde appartementen.

2.0 ONDERZOEKSLOKATIE

De onderzoekslocatie is gelegen ten noordoosten van het treinstation Barendrecht tussen de woningen aan de Bergeend en Stationsweg.

In figuur 2.1 zijn de locaties van de complexen weergegeven inzake fase 1 veld A en B.

Figuur 2.1 Nieuw te bouwen complexen te Barendrecht; bouwplan Stationstuinen



In bijlage 1 zijn de globale locaties van de 2 trillingmeetsets weergegeven in de woningen Bergeend 11 en Stationsweg 2. De sets zijn geplaatst op de vloer van de 2^e verdieping. De woningen zijn representatief gekozen in relatie tot het toekomstig bouwplan ten opzichte van de spoorbaan.

In bijlage 1 is tevens de lokale toekomstige situatie weergegeven.

De gemeente Barendrecht wil mogelijke trillinghinder in de toekomstige gevoelige bestemmingen voorkomen dat ten gevolge van het nabije railverkeer mogelijk kan worden veroorzaakt.

De resultaten van het onderzoek dienen een antwoord te geven op de vraag of er kans op hinder is in gevoelige ruimten van het bouwplan. Hiertoe is een frequentie afhankelijke overdrachtfunctie gebruikt voor de overdracht van bodem naar fundering en van fundering naar vloer.

In de onderhavige situatie is ervoor gekozen om gedurende 1 volle representatieve week de trillingen te meten waardoor een goed beeld van de lokale situatie is verkregen.

3.0 BESCHRIJVING SITUATIE

3.1 ALGEMEEN

Ten tijde van de metingen werd door het railverkeer representatief over het spoor gereden. Op zaterdag en zondag was er evenwel geen personenvervoer maar wel het bepalende goederenvervoer. Er waren verder geen belemmeringen en er was geen vakantieperiode.

De metingen zijn uitgevoerd eind mei – begin juni 2018. Teneinde deze metingen als representatief te kunnen beoordelen zijn van ProRail, Team Publieksvoorlichting, de maandintensiteiten vanaf deze periode tot heden ontvangen. In bijlage 5 is het overzicht weergegeven. Hieruit blijkt dat het aantal reizigers- en goederenintensiteiten destijds enigszins hoger waren dan in de huidige periode. Worst case worden de meetresultaten derhalve ongecorrigeerd gebruikt.

De trillingsets zijn geplaatst op het vloerveld in de slaapkamers op de 2^e verdieping van beide woningen.

De vloer van de 2^e verdieping van de woning Stationsweg 2 bestaat uit een houten vloer. De woning is onderheid middels houten palen met een betonnen kop. De begane grond vloer is van beton.

De vloer van de 2^e verdieping van de woning Bergeend 11 bestaat uit een betonnen vloer. De woning is onderheid middels prefab betonpalen. De begane grond vloer is van beton.

Omdat gedurende 1 volle week is gemeten, wordt in relatie tot het laatstgenoemde gesteld dat sprake is van een representatieve meetsituatie conform de SBR B richtlijn. Conform de SBR richtlijn behoeven de resultaten dan niet statistisch verwerkt te worden.

3.2 CONSTRUCTIE BOUWPLAN

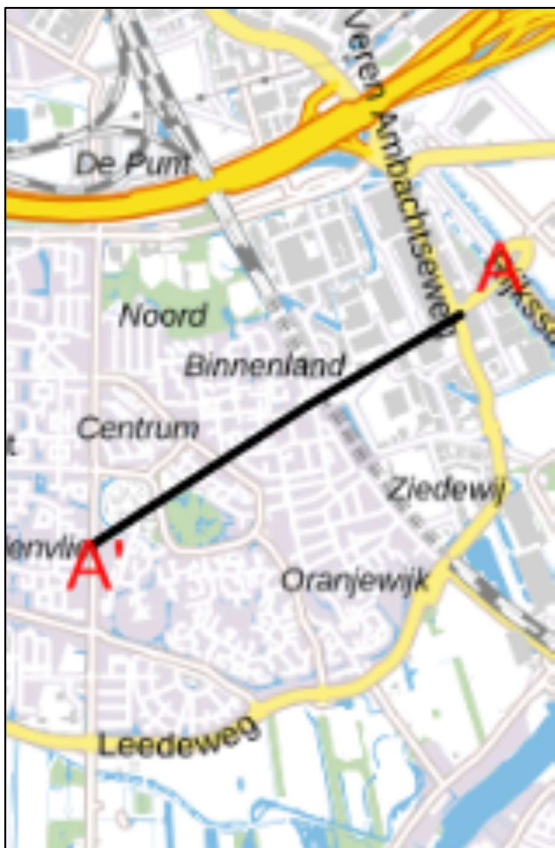
Qua constructieve opzet zullen de bouwwerken een betonnen draagconstructie krijgen van woningscheidende wanden. Eventueel worden in de onderliggende commerciële ruimtes op de begane grond schijven en kolommen gesitueerd daar waar deze geen woonfunctie hebben. De bouwwerken worden onderheid op circa 21 meter lange betonpalen. Deze vorm van funderen kan enigszins trillinggevoelig zijn.

3.3 BODEMOPBOUW

Daar de trillingmetingen zijn uitgevoerd ten zuidwesten van de spoorbaan en het toekomstig bouwplan Stationstuinen aan de noordoostzijde gerealiseerd wordt, is onderzoek gedaan naar de lokale bodemopbouw tussen beide lokaties.

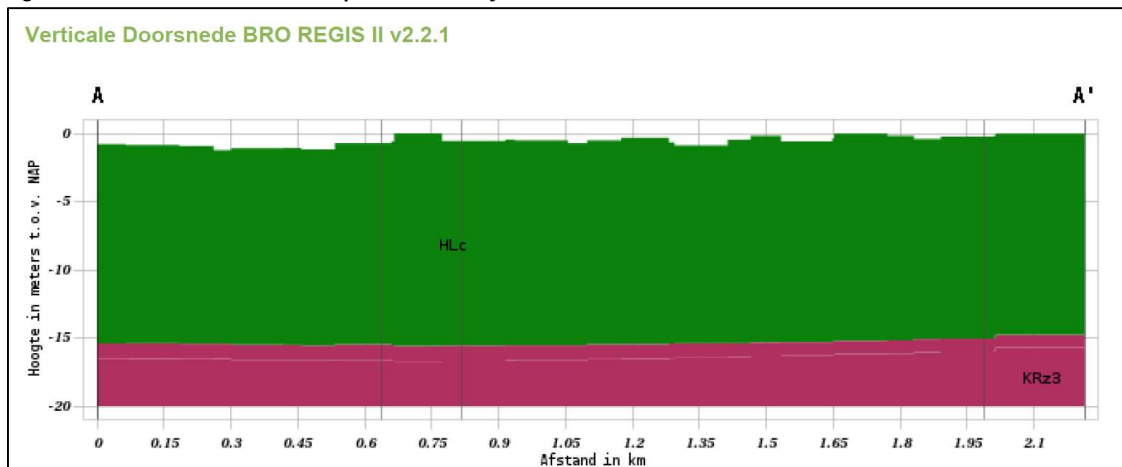
In figuur 3.1 is de lijn A- A' weergegeven waarvan de bodemopbouw is bepaald.

Figuur 3.1 Lijn A – A' waarvan de bodemopbouw is bepaald.



In figuur 3.2 is de dwarsdoorsnede van de bodemopbouw weergegeven tussen de lijn A – A'.

Figuur 3.2 Dwarsdoorsnede bodemopbouw tussen lijn A – A'.



Tot 5 meter diep kan een afwisseling van klei, zand en veen worden verwacht. In de bovenste meters onder maaiveld zal (opgebracht) zand aangetroffen worden en daaronder klei – veen – klei.

Op basis van de bekende regionale bodemopbouw is de bovenste 15 meter een holocene afzetting (HLc) en die wordt omschreven als een complexe eenheid, bestaande uit een afwisseling van zandige klei, midden en fijn zand, klei en veen en weinig grof zand.

Hieruit blijkt dat de bodemopbouw tussen meetgebied en plangebied dezelfde is en derhalve geen invloed zal hebben op de trillingprognose.

4.0 TOETSINGSWAARDEN HINDER

De meet- en beoordelingsrichtlijn B, "Hinder voor personen in gebouwen" uit augustus 2002 bevat richtlijnen voor het meten en beoordelen van hinder voor personen. De richtlijn maakt onderscheid in de functie van het gebouw, aard van de trillingsbron en in bestaande, gewijzigde en nieuwe situaties.

In de richtlijn vindt de beoordeling plaats door middel van de waarden A_1 , A_2 en A_3 :

- A_1 is de onderste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$;
- A_2 is de bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$;
- A_3 is de streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per} .

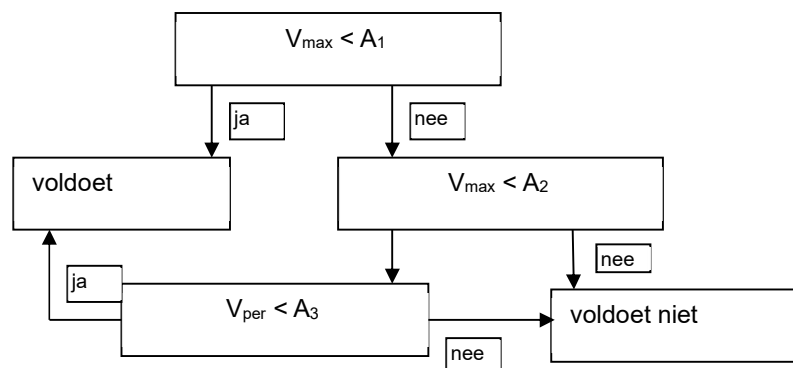
In bijlage 4 zijn termen en definities gegeven relaterend aan de SBR richtlijn B.

Voor de hoogte van de streefwaarden geldt in algemene zin dat $A_3 < A_1 \leq A_2$.

Er wordt voldaan aan de streefwaarden indien:

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

De procedure voor de beoordeling van $V_{\max}$ en V_{per} is in het onderstaande stroomschema aangegeven.



In de richtlijn zijn de streefwaarden onder andere gebaseerd op de functie van het gebouw waar de trillingen beoordeeld moeten worden en de aard van de trillingsbron. In de onderhavige situatie worden de optredende trillingen beschouwd als herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd. De situatie kan worden beschouwd als een nieuwe situatie daar het een bouwplan betreft.

In tabel 4.1 zijn de streefwaarden opgenomen.

Tabel 4.1. Overzicht streefwaarden hinder; nieuwe situaties; SBR B

Norm	Dag/avond			Nacht		
	A_1	A_2	A_3	A_1	A_2	A_3
Wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

Toetsing zal plaatsvinden voor zowel de dag/avond- als nachtperiode daar het railverkeer plaatsvindt in deze perioden.

In het volgende hoofdstuk worden de trillingen in het bouwplan geprognosticeerd relaterend aan de uitgevoerde trillingmetingen.

5.0 OVERDRACHTSPROGNOSES INZAKE GEBOUWEN

5.1 ALGEMEEN

Trillingen worden door de bodem overgedragen aan de gebouwconstructie. De mate van trillingsoverdracht hangt af van de wijze van funderen en de massa en stijfheid van het gebouw. Maatgevend voor de toetsing is de optredende trillingssterkte in de vloer.

De constructiewijze, materiaal en overspanning van een vloer en de massabelasting bepalen de ligging van „eigen” of resonantie frequenties van een vloerveld en de gevoeligheid voor trillingen.

Inzake de mobiliteitshub zijn niet-woonfuncties zoals detailhandel, kantoren, dienstverlening, maatschappelijke voorzieningen en lichte vormen van horeca mogelijk. Een mobiliteitshub is een plek waar diverse reizen en diensten slim en efficiënt met elkaar verbonden worden. Het nodigt daarmee uit te kiezen voor efficiënt en duurzaam vervoer. Een mobiliteitshub is een onmisbare schakel in de mobiliteitstransitie. Het verblijf van personen in dit gebouw zal vanwege de hub functie van relatief korte duur zijn. Uitgaande van de SBR B richtlijn zijn er streefwaarden voor (o.a.) kantoorruimten.

De mobiliteitshub is zeer dicht op de tunnelbak geprojecteerd (circa 10 meter) waardoor de onderhavige metingen een (veel) te onnauwkeurige prognose zullen opleveren waardoor deze hub, mede om bovenstaande reden, niet beschouwd is.

De afstand van de woning Stationsweg 2 en Bergeend 11 tot de tunnelbak van de spoorweg bedraagt circa 57 meter. De afstand van de geprojecteerde appartementen tot de tunnelbak bedraagt eveneens circa 57 meter. Derhalve wordt geen trillingsniveau correctie toegepast op de voortplanting van trillingen door de bodem conform de formule van Barkan.

Vooruitlopend op de resultaten van de metingen blijkt dat de trillingsamplituden op de vloer van de 2^e verdieping van de woning Bergeend 11 nihil zijn; er zijn nagenoeg geen meetresultaten geconstateerd in het kader van eventuele hinderbeleving; een en ander is een indicatie dat trillingshinder niet zal optreden.

Inzake de woning Stationsweg 2 zijn de meetresultaten wel relevant. De relevante trillingen ten gevolge van het railverkeer treden op met een dominante frequentie globaal rond de 4 à 5 Hz op basis van uitgebreid trace onderzoek.

5.2 FUNDERING EN GEBOUWCONSTRUCTIE

Bij de overgang van bodem naar gebouwfundatie treedt een verzwakking op van trillingen. Deze verzwakking wordt groter bij toenemende frequentie, waarbij de totale verzwakking zal afhangen van de spectrale verdeling. Voor laagbouw zal de verzwakking minder zijn dan voor hoogbouw. De spectrale overdrachtswaarden uit tabel 5.1 zijn gebaseerd op door TNO ontwikkelde empirische formules en eigen meetervaring.

Tabel 5.1: Prognose trillingsoverdracht van bodem naar gebouw (tertsband)

Gebouw	Frequentie in Hz											
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125
Laagbouw op staal	0	0	-1	-2	-3	-4	-6	-9	-9	-9	-9	-9
Laagbouw op palen	-2	-2	-3	-4	-5	-7	-9	-12	-12	-12	-12	-12
Utiliteitsbouw (4 tot 8 lagen)	-6	-6	-7	-7	-8	-9	-11	-14	-14	-14	-14	-14

Inzake het bouwplan kan worden uitgegaan van Utiliteitsbouw.

In de onderhavige situatie is reeds gemeten op een houten vloerveld van de woning Stationsweg 2 op de 2^e verdieping. De woning is onderheid. Het gebouwtype "Laagbouw op palen" komt hiermee het best overeen. Tabel 5.1 geeft bij 5 Hz geen waarde edoch het is aannemelijk dat dit door lineaire interpolatie dezelfde waarden betreft als bij 12,5 Hz en 10 Hz.

Relaterend aan gebouwtype "Utiliteitsbouw" voor het bouwplan is bij ca. 5 Hz de verzwakking derhalve naar schatting circa -4 dB (van -2 dB naar -6 dB); dit komt ongeveer overeen met een factor 1,6 relaterend aan de snelheid. De prognose van de verzwakkingscurve van de overgang van bodem naar gebouwfundatie wordt derhalve in de onderhavige situatie beperkt toegepast.

5.3 VLOERCONSTRUCTIE

Door resonanties zal de trillingssterkte in het midden van een vloerveld hoger zijn dan aan de randen. Voor de mate van resonantie zijn de damping en de ligging van eigenfrequenties van belang. Deze zijn afhankelijk van de constructiewijze, het materiaal en de vloeroverspanning.

Voor niet stationaire trillingen, zoals bij railverkeer, is de verwachting dat de versterkingsfactoren wat lager zullen uitvallen dan vermeld in tabel 5.2. Dit geldt wanneer de afstand tot de trillingsbron zeer klein is en de aanstoting slechts over een beperkt deel van de draagconstructie plaatsvindt zoals in de onderhavige situatie. Op de vloer op de 2^e verdieping van de woning Stationsweg 2 is in het midden van een houten vloerveld gemeten. Derhalve is geen vloercorrectie doorgevoerd voor de prognose voor de trillingssterkte (in het midden van een vloerveld).

Cumulatie overdrachtsprognose

Voor de overdracht van bodem naar gebouw naar overspannende vloer is de prognose derhalve dat enigszins trillingsverzwakking optreedt; dit is circa -4 dB. Dit komt ongeveer overeen met een verzwakkingsfactor van circa 1,6 op de gemeten trillingsresultaten qua snelheid.

Foto: Lokale situatie thv Stationsweg 2 te Barendrecht



6.0 TRILLINGSMETINGEN

6.1 ALGEMEEN

De onbemande metingen zijn uitgevoerd van maandagmiddag 28 mei 2018 t/m maandagmiddag 4 juni 2018. In tabel 6.1 is een overzicht opgenomen van de gemeten trillingsparameters.

Tabel 6.1. Overzicht van gemeten trilling parameters.

Meetlocatie	Parameter	Parameter	Bijlage
Bergeend 11	$V_{eff,max}$	V_{per}	2
Stationsweg 2	$V_{eff,max}$	V_{per}	3

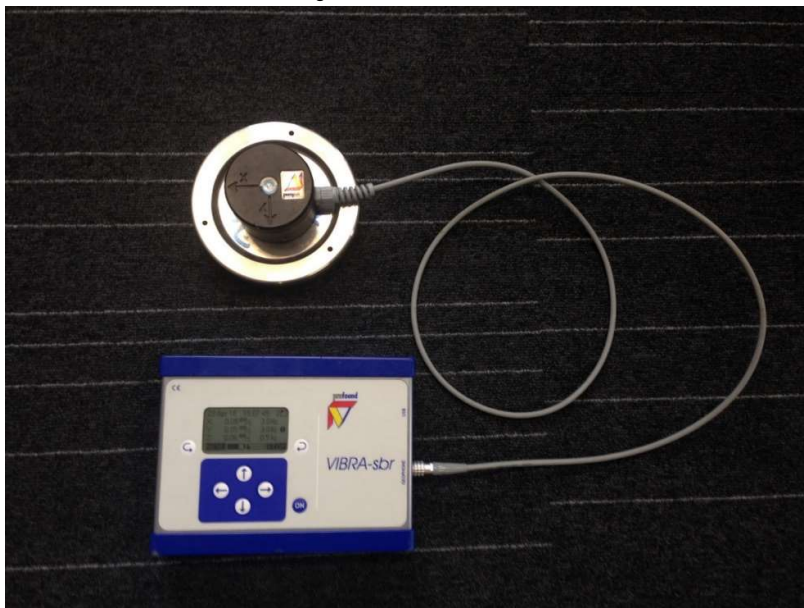
Bij de metingen is gebruik gemaakt van de in tabel 6.2 vermelde meetapparatuur. Deze meetapparatuur voldoet aan de specificaties uit de SBR richtlijn. In het horizontale vlak wordt in 2 loodrecht op elkaar staande richtingen gemeten, de x- en y-richting. In het verticale vlak wordt in 1 richting gemeten, de z-richting.

Tabel 6.2. Gebruikte meetapparatuur.

Omschrijving	Merk	Type
Trillingsanalyser	Profound	Vibra SBR ⁺
3-D geofoon	Profound	Vibra SBR ⁺

Onderstaande foto geeft fysiek de Vibra SBR⁺ meetset weer.

Foto: Vibra SBR⁺ meetset met 3-D geofoon



6.2 MEETRESULTATEN

Stoortrillingen hebben plaatsgevonden als gevolg van het lopen van de bewoners over de betreffende vloer en/of de verdieping(en) eronder. Een looplogboekje is evenwel door de bewoners bijgehouden; genoteerd is wanneer op de 2^e verdieping is gelopen, waardoor deze trillingen op basis van tijdregistratie uit de meetresultaten zijn geëlimineerd. Verder zijn geen andere oorzakelijke bronnen aanwijsbaar dan ten gevolge van het railverkeer. Dit blijkt ook uit de optredende frequenties van de vloer welke overeenkomen met de te verwachten frequenties (welke normaliter tussen de 5 Hz en 15 Hz liggen). Verder heeft trace onderzoek van de pieken plaatsgehad welke een indicatie geeft van de oorzaak van de pieken.

Bergeend 11

In bijlage 2 zijn de meetresultaten initieel als $V_{top,i}$ waarden (een niet te toetsen piekwaarde) weergegeven waaruit blijkt dat trillingen hebben plaatsgevonden. Uit de frequentie analyse, trace onderzoek en het looplogboekje blijkt dat deze trillingen evenwel niet afkomstig kunnen zijn van het railverkeer.

In bijlage 2 zijn de meetresultaten verder als maximale effectieve trillingssnelheid, $V_{eff,max}$, weergegeven voor de dag-, avond- en nachtperiode. Hieruit blijkt dat deze trillingssnelheid nihil is evenals de V_{per} .

Daar de meetresultaten in deze woning qua amplitudes nihil zijn, kunnen verdere rekenexercities niet uitgevoerd worden dan wel zijn deze niet relevant.

Stationsweg 2

In bijlage 3 zijn de meetresultaten initieel als $V_{top,i}$ waarden (een niet te toetsen piekwaarde) weergegeven waaruit blijkt dat trillingen hebben plaatsgevonden.

Tevens is de frequentie karakteristiek in bijlage 3 weergegeven van 1 Hz tot 100 Hz. Uit frequentie analyse, trace onderzoek en het looplogboekje blijkt dat een klein deel van de trillingen afkomstig kunnen zijn van het railverkeer. Daarnaast zijn loopbewegingen op de houten vloer van de 1^e verdieping tevens oorzaak van trillingen op de 2^e verdieping; deze looptrillingen zijn evenwel niet geregistreerd in het logboekje. Conform verwachting, uitgebreid trace onderzoek en het meetbeeld worden de resultaten in het frequentiegebied van rond de 4 à 5 Hz beoordeeld.

In bijlage 3 zijn de $V_{eff,max}$ en de V_{per} meetresultaten gegeven over een etmaal waarbij alle meetresultaten over de meetweek per periode voor de $V_{eff,max}$ zijn samengevat en voor de V_{per} zijn gemiddeld. De overall waarden voor de verticale z-richting zullen in verband met het bovenstaande niet beschouwd worden. Alleen de overall meetwaarden in de x- en y-richting zullen worden gebruikt welke als indicatie voor de z-richting worden aangenomen. Uit de meetwaarden in de z-richting rond het frequentiegebied van 4 à 5 Hz blijkt dat dit uitgangspunt juist is.

Uit de analyses van de meetresultaten is nu het volgende bepaald en samengevat:

- Voor de dag/avondperiode is een incidentele maximale waarde geconstateerd van $V_{\text{eff,max}} = 0,6$; normaliter ligt de gemeten waarde onder de $V_{\text{eff,max}} = 0,4$.
- Voor de nachtperiode is een incidentele maximale waarde geconstateerd van $V_{\text{eff,max}} = 0,3$; normaliter ligt de gemeten waarde onder de $V_{\text{eff,max}} = 0,2$.

6.3 GECORRIGEERDE RESULTATEN; PROGNOSE

De hoogst gemeten waarden zijn middels de overdrachtsfuncties van bodem naar gebouw naar vloer omgerekend en bedragen voor vloer op een hogere bouwlaag van een nieuwbouw appartement in:

- de dag/avondperiode: $V_{\text{eff,max}} = 0,6/1,6 = 0,4$
- de nachtperiode: $V_{\text{eff,max}} = 0,3/1,6 = 0,2$

7.0 TOETSING TRILLINGIMMISSIE; PROGNOSE

De hoogste gecorrigeerde waarde voor de $V_{\text{eff,max}}$ is opgenomen in tabel 7.1 voor de dag- en avondperiode. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 7.1 gegeven.

Tabel 7.1. Toetsing voor hinder; dag- en avondperiode

Positie	$V_{\text{eff,max}}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing	Vervolg
Vloer nieuwbouw	0,4	0,1	Voldoet niet	0,4	Voldoet	Bepaling V_{per}

* waarde uit de SBR richtlijn (dag- en avondperiode)

De hoogste waarde voor de $V_{\text{eff,max}}$ is opgenomen in tabel 7.2 voor de nachtperiode. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 7.2 gegeven.

Tabel 7.2 Toetsing voor hinder; nachtperiode

Positie	$V_{\text{eff,max}}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing	Vervolg
Vloer nieuwbouw	0,2	0,1	Voldoet niet	0,2	Voldoet	Bepaling V_{per}

* waarde uit de SBR richtlijn (nachtperiode)

Resumé

Uit tabel 7.1 en tabel 7.2 blijkt dat de onderste streefwaarde uit de SBR richtlijn B wordt overschreden voor de dag-, avond- en nachtperiode; de bovenste streefwaarde wordt niet overschreden. Bepaling van de V_{per} is opportuun.

De V_{per} kan uit de meetresultaten worden bepaald volgens bijlage 3 en bedraagt:

Voor de dag- en avondperiode:

$$V_{\text{per}} = \text{circa } 0,02/1,6 = 0,01$$

Getoetst aan de (gemiddelde) norm $A_3 = 0,05$ treedt geen overschrijding op in de dag- en avondperiode.

Voor de nachtperiode:

$$V_{\text{per}} = \text{circa } 0,01/1,6 = <0,01$$

Getoetst aan de (gemiddelde) norm $A_3 = 0,05$ treedt geen overschrijding op in de nachtperiode.

8.0 CONCLUSIE VAN DE PROGNOSE

In opdracht van BRO Adviseurs is een trillingstechnisch onderzoek uitgevoerd uitgaande van metingen in 2 bestaande woningen waar in de directe nabijheid en in de nabije toekomst bouwplan Stationstuinen gerealiseerd wordt aan de noordoostzijde van station Barendrecht.

Uit de resultaten van het voorliggend onderzoek kan het volgende worden geprognosticeerd inzake de nieuw te bouwen appartementen.

Getoetst aan de SBR B richtlijn “Hinder voor personen in gebouwen”, in deze A₁, treedt overschrijding op in de dag-, avond- en nachtperiode in nieuwe woonsituaties maar overschrijdt de maximale waarde, in deze A₂, niet. Derhalve is getoetst aan A₃ waarbij geen overschrijding optreedt.

In alle perioden treedt derhalve geen overschrijding op en geeft derhalve geen aanleiding tot hinder.

Bijlagen

Bijlage 1: Lokale toekomstige situatie; meetlocaties van de Vibra's SBR⁺

Bijlage 2: Meetresultaten van de Vibra SBR⁺; Bergeend 11

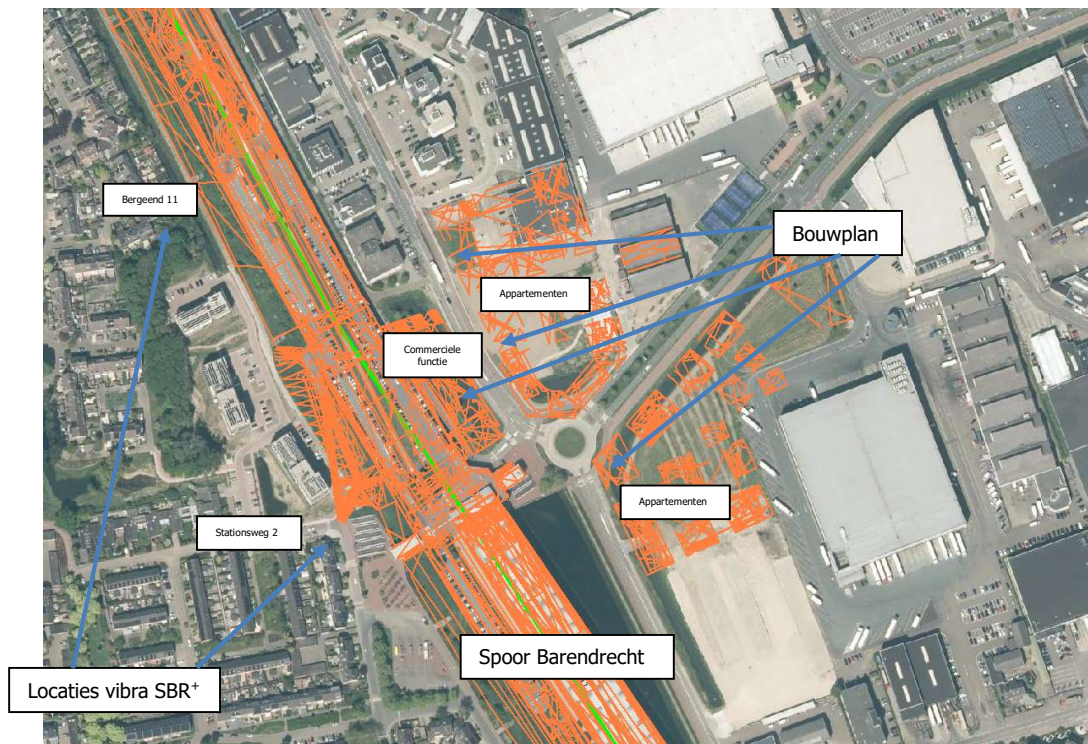
Bijlage 3: Meetresultaten van de Vibra SBR⁺; Stationsweg 2

Bijlage 4: Termen en definities SBR B

Bijlage 5: Treinintensiteiten per maand station Barendrecht vanaf 2018 tot heden

BIJLAGE 1

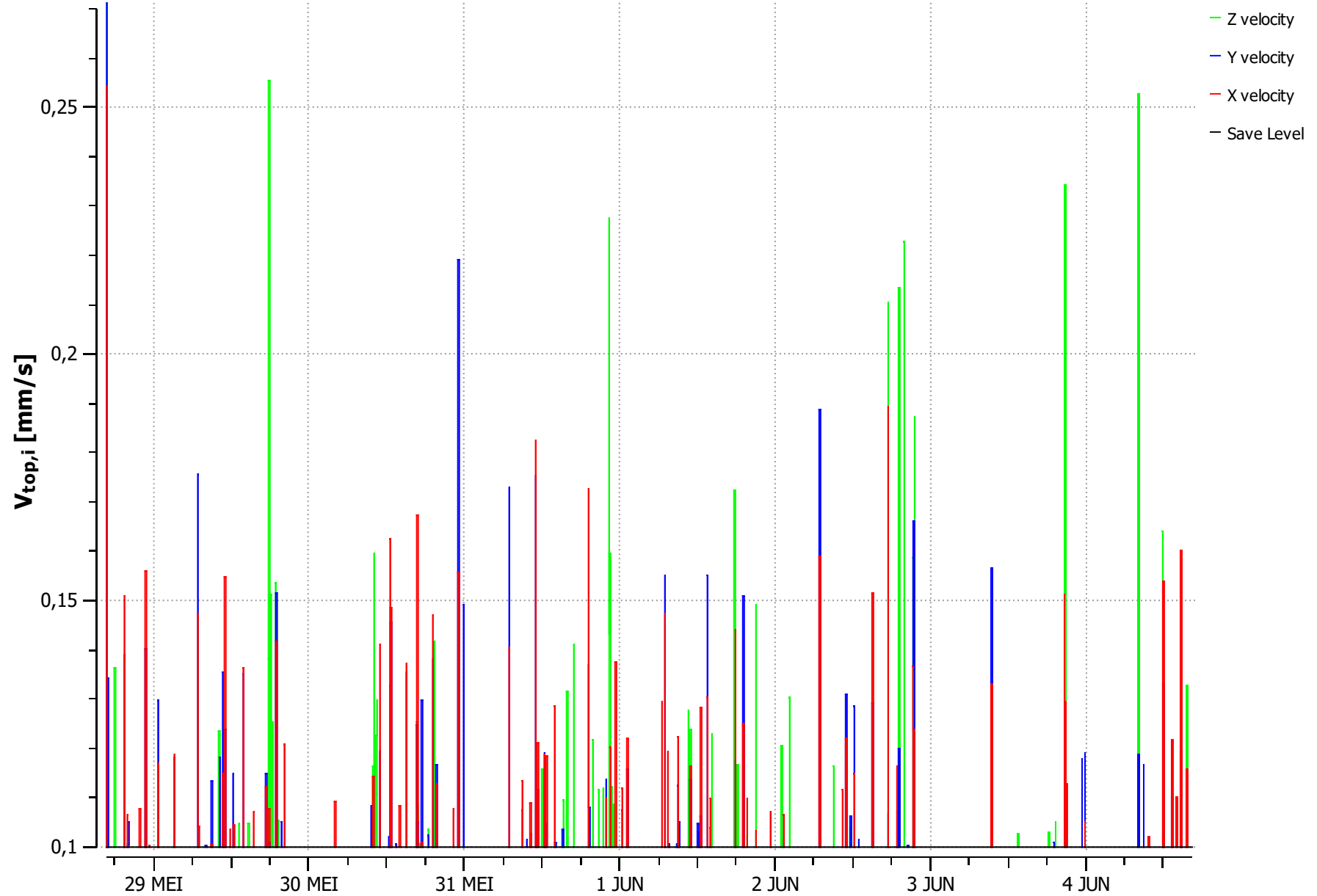
LOKALE TOEKOMSTIGE SITUATIE



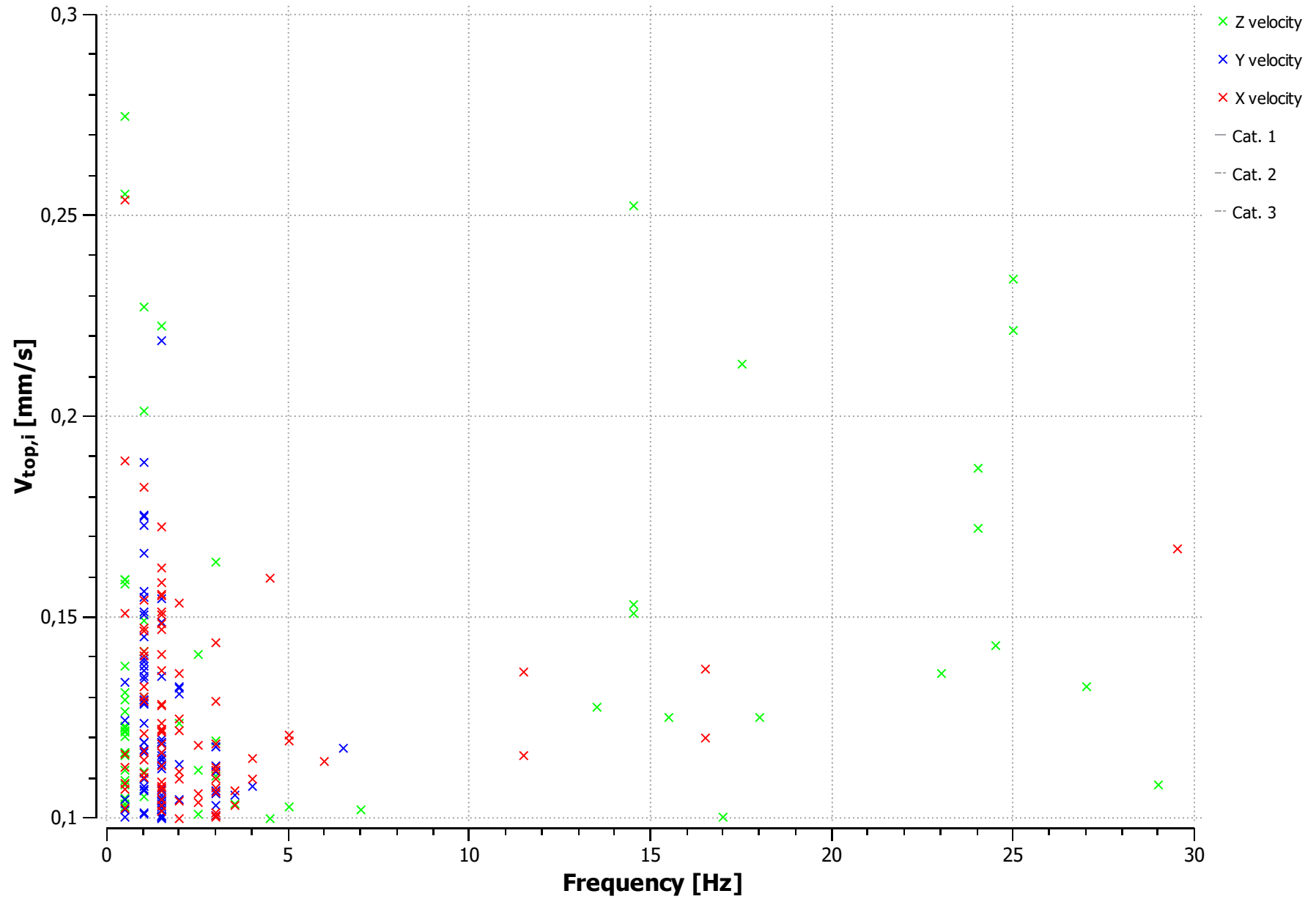
BIJLAGE 2

MEETRESULTATEN VAN DE VIBRA SBR⁺; BERGEEND 11

Trillingen Bergeend 11



Trillingen Bergeend 11



Trillingen Bergeend 11



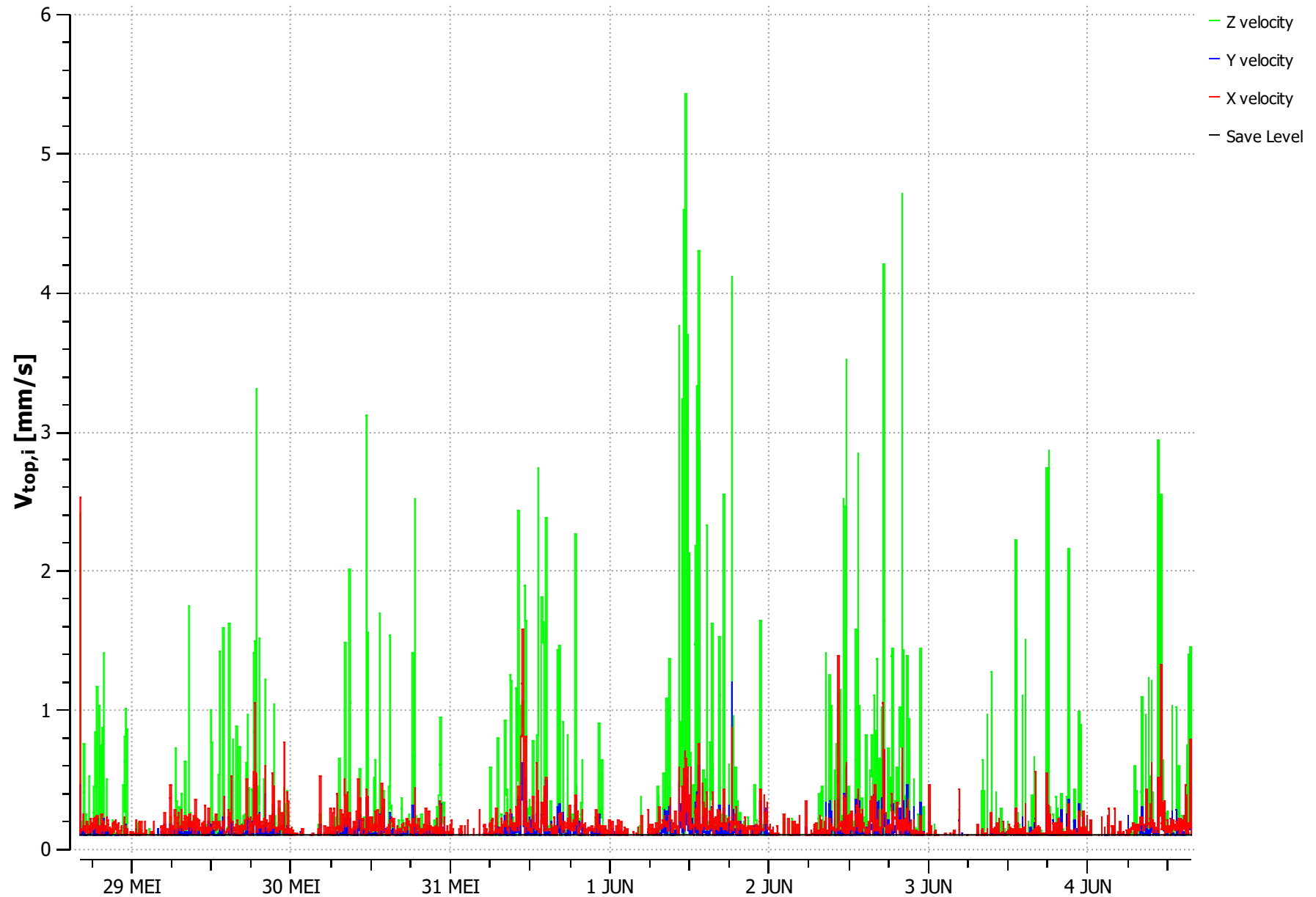
Trillingen Bergeend 11



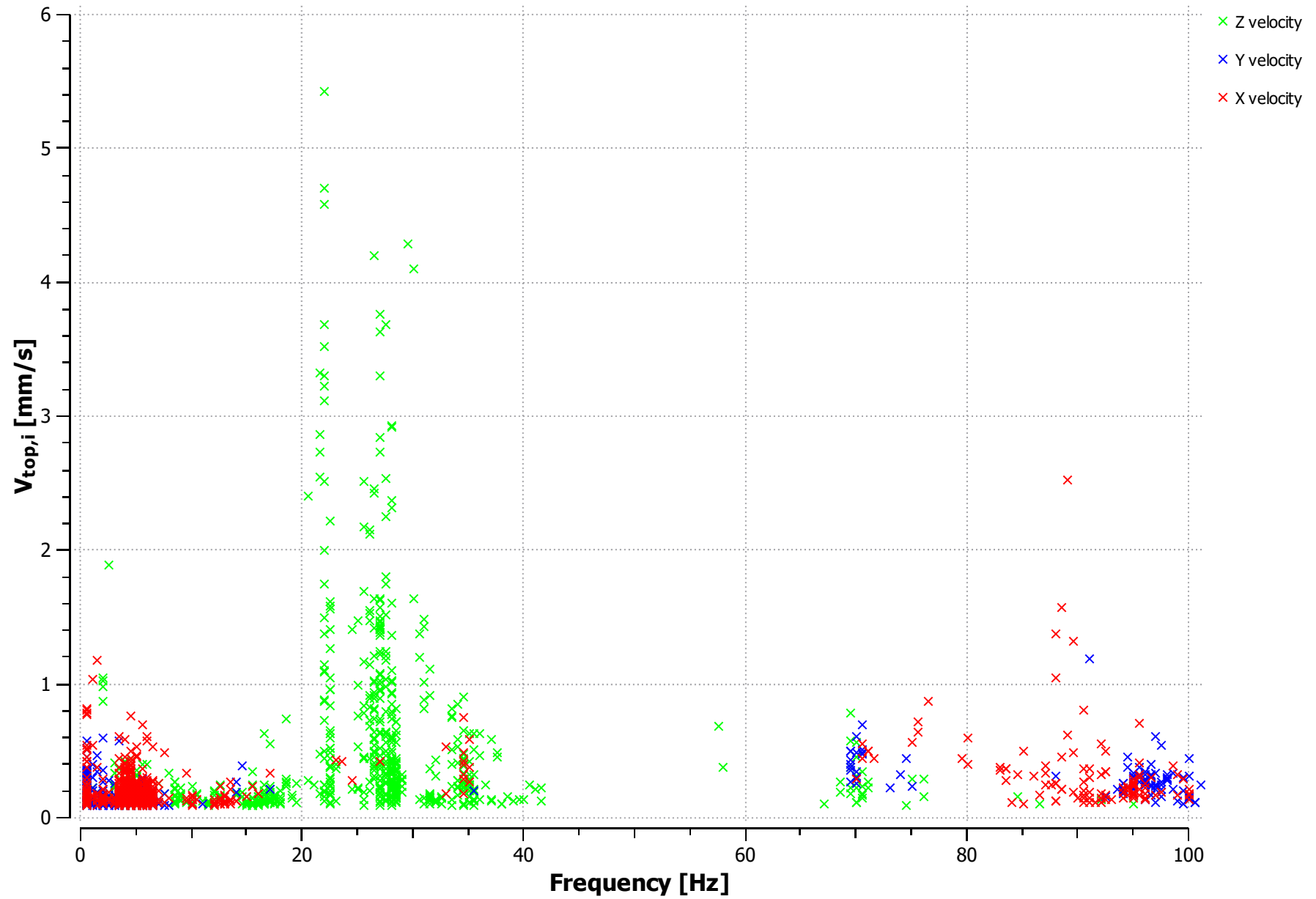
BIJLAGE 3

MEETRESULTATEN VAN DE VIBRA SBR⁺; STATIONSWEG 2

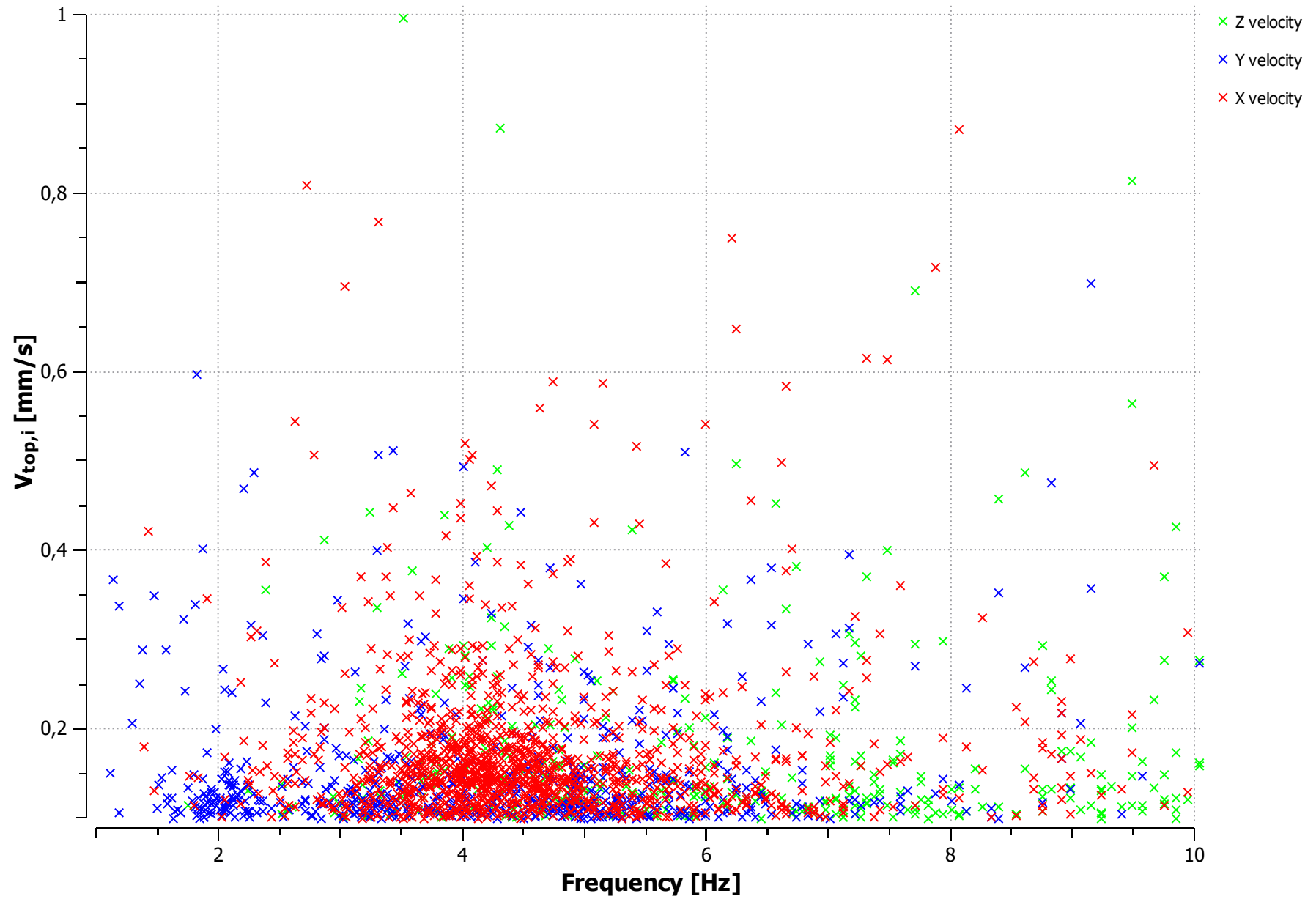
Trillingen Stationsweg 2



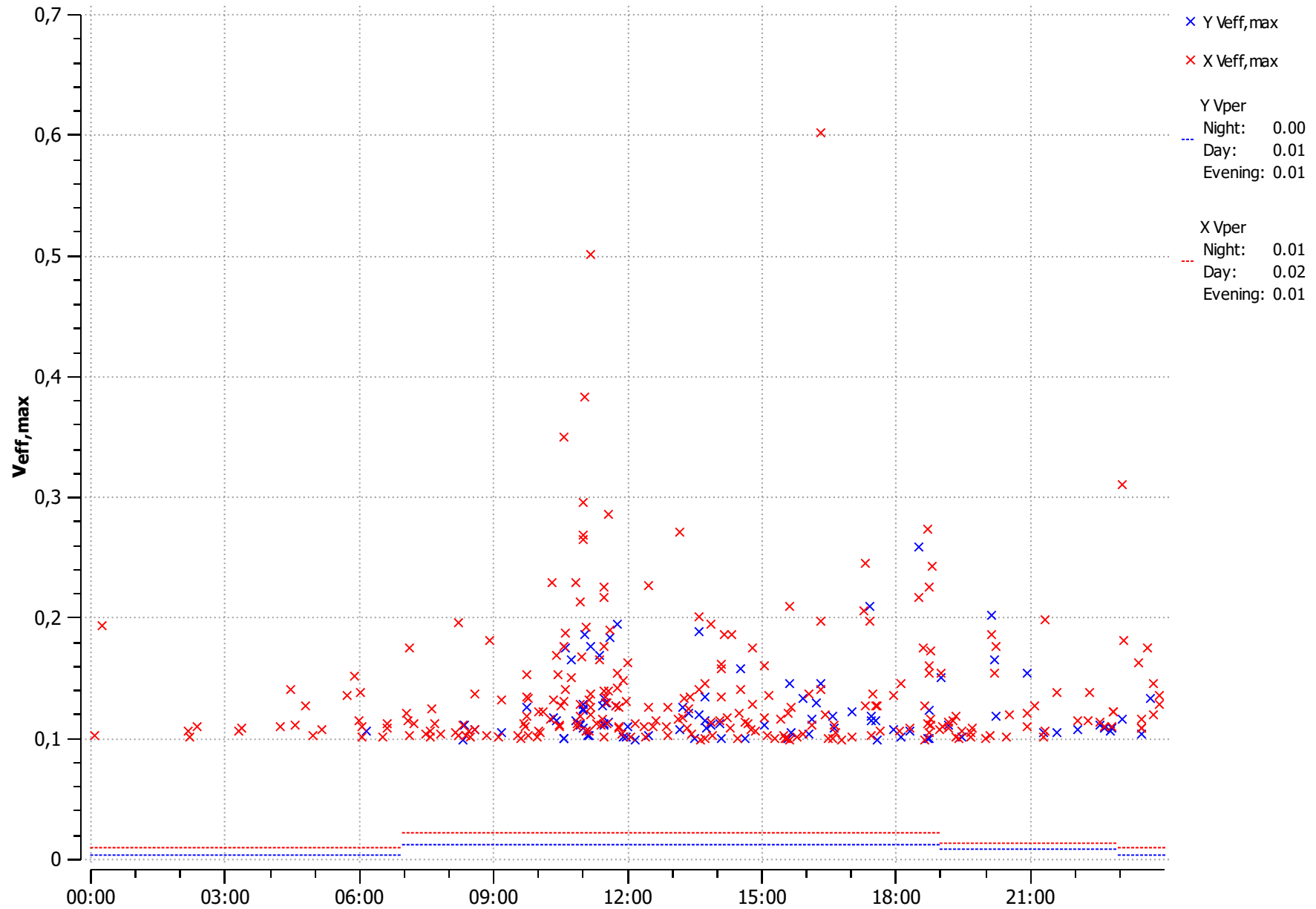
Trillingen Stationsweg 2



Trillingen Stationsweg 2



Trillingen Stationsweg 2



BIJLAGE 4

TERMEN EN DEFINITIES SBR B

4 Termen en definities

Opmerking: de termen en definities zijn, voor zover van toepassing, in overeenstemming met NEN-ISO 2041 [3]

Amplitude-frequentie karakteristiek: de verhouding tussen ingaand en uitgaand signaal van een meetsysteem als functie van de frequentie, gegeven in een zeker frequentie-interval.

Beoordelingsperiode: een tijdsinterval waarin een dag wordt verdeeld voor de toetsing van de trillingssterkte aan de streefwaarden:

de dagperiode van 07.00 uur tot 19.00 uur;

de avondperiode van 19.00 uur tot 23.00 uur;

de nachtperiode van 23.00 uur tot 07.00 uur.

Continue trilling: een trilling die ten opzichte van de grootste trillingstijd (laagste eigenfrequentie) gedurende een lange tijd aanwezig is.

Frequentie: de reciproque van de trillingstijd.

Herhaald voorkomende trilling: kortdurende trilling door weg- of railverkeer (waaronder ook heftrucks, bulldozers, kranen op rails en dergelijke) met een repeterend karakter.

Kortdurende trilling: trilling met een kortdurend (doorgaans korter dan enkele seconden), uitdempend karakter. De trilling wordt veroorzaakt door een stootvormige excitatie.

Niet-stationaire trilling: continue trilling waarvan de sterkte als functie van de tijd niet constant is, of een kortdurende trilling.

Meetduur: tijdsduur waarin met één configuratie meetpunten een meting wordt uitgevoerd.

Meetpunt: positie waar een trillingsgrootte (versnelling, snelheid, verplaatsing) wordt gemeten.

Meetrichting: de richting waarin de trillingsgrootte (versnelling, snelheid, verplaatsing) in een meetpunt wordt gemeten.

Meting: het bepalen van de momentane waarde van de trillingsgrootte gedurende een zekere aaneengesloten tijdsduur door middel van een meetmethode.

Momentane waarde: de waarde van een variërende grootte op een zeker tijdstip.

Snelheid: een vectoriële grootte die de tijdsafgeleide van de verplaatsing weergeeft.

Stationaire trilling: continue trilling die gedurende een lange aaneengesloten periode met een constante sterkte voorkomt.

Streefwaarde: de waarde voor de trillingssterkte waarbij verwacht wordt dat er nog geen trillingshinder optreedt.

Trilling: een variatie van een grootte (verplaatsing, snelheid, versnelling) als functie van de tijd, die de beweging of de positie van een systeem beschrijft waarbij de grootte afwisselend groter en kleiner is dan een gemiddelde waarde.

Trillingssterkte (Engels: vibration severity): in het algemeen de aanduiding van de sterkte of grootte van de trilling in relatie tot het van belang zijnde trillingseffect. In het geval van hinder wordt onder de trillingssterkte verstaan de effectieve waarde van de gewogen trillingsgrootte.

Trillingstijd: de kleinste verschuiving in de tijd waarbij een periodieke tijdsfunctie met zichzelf samenvalt.

Topwaarde: de in absolute zin grootste afwijking van een grootte ten opzichte van de gemiddelde waarde gedurende een zeker tijdsinterval.

Verplaatsing: een vectoriële grootte die de verandering van een positie van een lichaam of van een punt aanduidt ten opzichte van een zekere referentie.

Versnelling: een vectoriële grootte die de tijdsafgeleide van de snelheid weergeeft.

5 Eenheden en grootheden

5.1 Eenheden

De te gebruiken eenheden en grootheden moeten in overeenstemming zijn met het Internationale Stelsel van Eenheden (SI), zoals vermeld in hoofdstuk 4 (tabel 6, 8 en 9) en bijlage A, beiden van NEN 999:1977, en met NEN 1000:1986.

5.2 Grootheden

In het kader van deze meet- en beoordelingsrichtlijn worden bij voorkeur de hieronder gegeven eenheden aangehouden.

a	versnelling, in m/s^2
f	frequentie, in Hz
f_e	eigenfrequentie, in Hz
g	zwaartekrachtversnelling ($9,81 \text{ m/s}^2$)
T	trillingstijd, in s
u	verplaatsing, in mm
v	snellheid, in mm/s

5.3 Gehanteerde symbolen

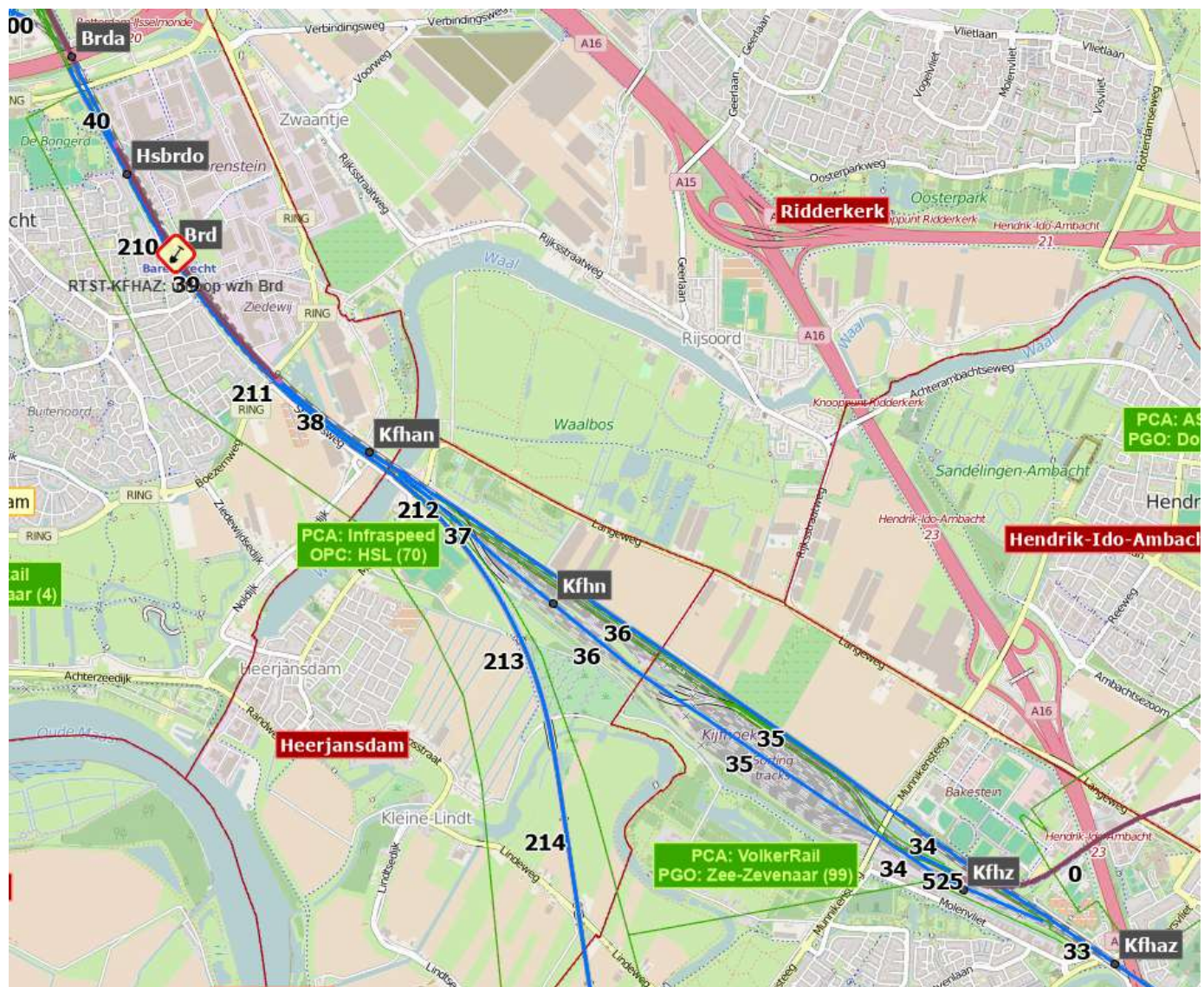
De verder in deze richtlijn gehanteerde symbolen zijn hieronder weergegeven.

A_1	streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$, dimensieloos
A_2	maximale waarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$, dimensieloos
A_3	streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per} , dimensieloos
f	frequentie, in Hz
f^*	frequentie in Hz, waarvoor $\phi(f) = 0$
$f_{\max}$	grensfrequentie van het laagdoorlaatfilter, in Hz
$f_{\min}$	grensfrequentie van het hoogdoorlaatfilter, in Hz
f_0	kantelfrequentie van het wegingsfilter, $f_0 = 5,6 \text{ Hz}$
$H_a(f)$	wegingsfunctie trillingsversnelling, s^2/m
$H_v(f)$	wegingsfunctie trillingssnellheid, s/mm
i	variabele die het interval van 30 seconden aangeeft waarin $v_{\text{eff,max},30,i}$ is gemeten

N	aantal aaneensluitende tijdsintervallen van 30 seconden in een beoordelingsperiode; voor de dagperiode van 07.00 tot 19.00 uur, $N = 1440$ voor de dagperiode van 07.00 tot 19.00 uur, $N = 1440$ voor de avondperiode van 19.00 tot 23.00 uur, $N = 480$ voor de nachtperiode van 23.00 tot 07.00 uur, $N = 960$
n	aantal gehele tijdsintervallen van 30 seconden binnen de duur van een meting
t	tijd, in s
T_b	totale tijdsduur dat een trillingsbron in bedrijf is in een beoordelingsperiode, in s
T_m	tijdsduur van de meting, in s
T_0	tijdsduur van de beoordelingsperiode, in s
τ	tijdconstante, in s
$V_{\max}$	grootste waarde van $v_{\text{eff,max}}$ in de beschouwde ruimte, dimensieloos
V_{per}	trillingssterkte over de beoordelingsperiode behorende bij de ruimte, dimensieloos en bepaald op basis van de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van de maxima $v_{\text{eff,max},30,i}$. Deze waarde dient uitsluitend te worden bepaald voor het meetpunt en de meetrichting waarin de grootste waarde $V_{\max}$ voor de ruimte volgens 9.7 is bepaald.
$v(t)$	momentane waarde van de gewogen trillingsgrootte, dimensieloos
$v_{\text{eff}}(t)$	voortschrijdende effectieve waarde van de gewogen momentane trillingsgrootte, dimensieloos
$v_{\text{eff,max}}$	de grootste waarde van $v_{\text{eff}}(t)$ over de meetduur, dimensieloos
$v_{\text{eff,max},30,i}$	de grootste waarde van $v_{\text{eff}}(t)$ in een tijdsinterval van 30 seconden, dimensieloos
$v_{\text{eff,max,stat}}$	de statistisch bepaalde grootste waarde van $v_{\text{eff}}(t)$ over de meetduur, dimensieloos
v_0	referentiewaarde van de wegingsfunctie, $v_0 = 1,0 \text{ mm/s}$
$v_{\text{per,meet}}$	de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van $v_{\text{eff,max},30,i}$ over de meetperiode
$\phi(f)$	maximale referentie fase-frequentie karakteristiek voor het meetsysteem, in graden
$\phi_m(f)$	de fase-frequentiekarakteristiek van het meetsysteem, in graden

BIJLAGE 5

TREININTENSITEITEN PER MAAND STATION BARENDRECHT VANAF 2018 TOT HEDEN



Aantal treinpassages	Totaal	Reizigerstreinen	Overig	Goederentreinen
201801	10.317	8.013	786	1.518
201802	10.129	7.862	753	1.514
201803	10.834	8.400	811	1.623
201804	9.371	7.060	774	1.537
201805	9.349	7.035	753	1.561
201806	9.837	7.480	784	1.573
201807	9.510	7.194	769	1.547
201808	10.273	7.841	785	1.647
201809	10.195	7.712	829	1.654
201810	10.714	8.041	893	1.780
201811	10.386	7.375	978	2.033
201812	10.191	7.903	756	1.532
201901	10.535	7.985	792	1.758
201902	9.645	7.194	755	1.696
201903	10.739	8.146	777	1.816
201904	10.281	7.853	765	1.663
201905	10.541	7.824	820	1.897
201906	9.903	7.427	796	1.680
201907	10.947	8.218	892	1.837
201908	10.879	8.316	788	1.775
201909	10.761	8.015	1.007	1.739
201910	11.252	8.137	1.197	1.918
201911	10.261	7.312	1.070	1.879
201912	10.712	7.940	1.026	1.746
202001	10.682	7.838	988	1.856
202002	10.116	7.317	1.002	1.797
202003	8.489	5.662	963	1.864
202004	6.219	3.920	793	1.506
202005	9.988	7.453	923	1.612
202006	10.665	7.931	1.146	1.588
202007	10.990	8.177	1.037	1.776
202008	10.548	7.833	1.071	1.644
202009	10.708	7.906	1.014	1.788
202010	10.573	7.607	1.064	1.902
202011	9.669	6.944	969	1.756
202012	10.727	7.989	971	1.767
202101	10.459	7.711	945	1.803
202102	8.436	5.984	877	1.575
202103	11.070	7.984	1.050	2.036
202104	10.091	7.454	856	1.781
202105	10.398	7.654	904	1.840
202106	10.650	7.797	907	1.946
202107	10.866	8.103	902	1.861
202108	10.756	8.054	859	1.843
202109	11.148	8.233	952	1.963
202110	11.437	8.353	1.036	2.048
202111	10.913	8.182	996	1.735
202112	11.683	8.728	1.023	1.932
202201	11.037	8.149	941	1.947
202202	8.884	6.288	882	1.714
202203	10.108	7.121	947	2.040
202204	10.231	7.678	873	1.680

Aantal treinpassages	Totaal	Reizigerstreinen	Overig	Goederentreinen
202205	11.919	8.741	1.153	2.025
202206	11.585	8.726	1.052	1.807
202207	11.021	8.056	1.006	1.959
202208	10.462	7.515	1.067	1.880
202209	9.745	7.044	895	1.806
202210	10.174	7.301	998	1.875
202211	10.197	7.317	1.036	1.844
202212	9.762	7.295	863	1.604
202301	9.769	7.168	838	1.763
202302	8.936	6.348	931	1.657
202303	10.001	7.321	868	1.812
202304	9.222	6.905	792	1.525
202305	8.942	6.611	812	1.519
202306	290	265	21	4