



IBAN NL15 RABO 0307 33 99 20

KvK Gouda 29037057

Lid INCE • NAG • ABAV • Ti-Kviv

www.av-consulting.nl

NL - 8033.00.591.B.01

**Rapport 2006006524-20180666-H-1**  
11 maart 2019

**TRILLINGSONDERZOEK**

Nieuwbouw woningen te Overveen;  
bepaling kans op hinder tgv railverkeer

**AKOESTIEK**

**TRILLINGEN**

**MILIEU-  
VERGUNNINGEN**

**LUCHTONDERZOEK**

**BEZWAAR  
EN BEROEP**



**Opdrachtgever**  
Pro6 Vastgoed  
Einsteinstraat 14-C  
1812 BZ Alkmaar

**Adviseur**  
Fabio Calissi, M. Sc.  
Ad (Arie) Vreeswijk, M.Sc. INCE

**Namens dezen**  
ing. S. (Bas) Verlaan

## Inhoudsopgave

1. INLEIDING .....	1
1.1. Algemeen .....	1
1.2. Gegevens .....	1
2. SBR-RICHTLIJN B: HINDER VOOR PERSONEN IN GEBOUWEN .....	2
3. METINGEN EN BEREKENING .....	4
3.1. Situatie .....	4
3.2. Trillingsmeting .....	5
3.3 Overdrachtsprognoses betreffende gebouwen .....	6
4. RESULTATEN EN PROGNOSE .....	8
4.1. Meetresultaten .....	8
4.2. Gecorrigeerde resultaten .....	8
4.3. Toetsing trillingsimmissie; prognoses .....	9
5. MAATREGELEN .....	9
5.1. Algemeen .....	9
5.2. Trilling scherm: polystyreen scherm .....	10
5.3. Trillingsisolatie van de fundering: verloren bekisting .....	11
5.4. Gecorrigeerde resultaten na maatregelen .....	11
5.5. Toetsing trilling immissie; prognoses na maatregelen .....	12
6. CONCLUSIE .....	14

### **BIJLAGEN:**

1. **MEETRESULTATEN**
2. **TEKENINGEN**
3. **TERMEN EN DEFINITIES VAN SBR-B**

# 1. INLEIDING

## 1.1. Algemeen

In opdracht van Pro6 Vastgoed is door AV Consulting B.V. een trillingsonderzoek uitgevoerd in de bodem ter plaatse van de grens van een bouwplan te Overveen. Het bouwplan voorziet in trillinggevoelige ruimten door de bouw van vier woningen.

Doel van het onderzoek is het prognosticeren van de trillingniveaus in de verblijfsruimten van het bouwplan ten gevolge van de treinen/wagons welke over het nabijgelegen traject Amsterdam Centraal - Zandvoort aan Zee rijden.

ProRail adviseert indicatief onderzoek te doen naar de te verwachten trillingsniveaus, waarbij specifiek wordt gekeken naar de locatie en de bouwkaracteristiek van de te realiseren woningen. Aanleiding voor het onderzoek is de zorg van de opdrachtgever om mogelijke toekomstige trillinghinder in de nieuwbouw ten gevolge van het spoorverkeer te voorkomen.

Ten behoeve van het onderzoek zijn er trilling metingen verricht conform de voorschriften uit de SBR-richtlijn B: "Hinder voor personen in gebouwen". Gedurende één representatieve week zijn de trillingen gemeten.

Voor de overdracht van de trillingen van de bodem naar het gebouw en van gebouw naar de vloer zijn frequentie afhankelijke overdrachtsfuncties gebruikt.

## 1.2. Gegevens

Ten behoeve van het onderzoek is gebruik gemaakt van de navolgende gegevens:

- 1) De SBR-richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen" van de Stichting Bouwresearch.
- 2) Rapport V.2009.1067.02.R001, "Rijn-Gouwe Lijn Oost, Leiden - Trillingsonderzoek 2009".
- 3) Publicatie nr. 9/1995 "Rekenmodel voor de bepaling van trillingssterkte" van de Ministerie van Volkshuisvesting.
- 4) Situatieschets, plattegrondtekening en doorsneden van de te bouwen woningen.
- 5) Rapport 'Trillingsbeleving Metropassage Nieuwbouw De Sniep 8B Te Diemen 'van Fugro Geoservices B.V. d.d. mei 2015.
- 6) Publicatie 'Fugro info n.2' d.d. juli 2013 van Fugro Geoservices B.V.

## 2. SBR-RICHTLIJN B: HINDER VOOR PERSONEN IN GEBOUWEN

De meet- en beoordelingsrichtlijn B, "Hinder voor personen in gebouwen" 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  $A_1$ ,  $A_2$  en  $A_3$ :

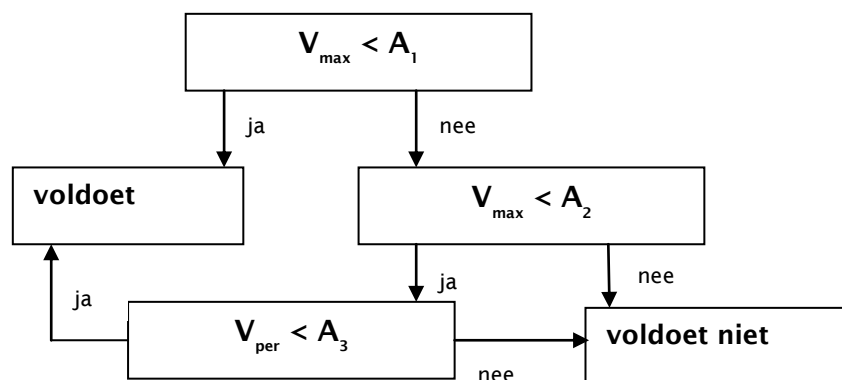
- $A_1$  is de onderste streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{max}$ ;
- $A_2$  is de bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{max}$ ;
- $A_3$  is de streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{per}$ .

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 1 zijn de streefwaarden opgenomen.

Tabel 1: overzicht streefwaarden hinder.

Norm	Dag/avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
SBR richtlijn B - Wonen (nieuwe situatie)	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

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



In bijlage 3 zijn termen en definities gegeven relaterend aan de SBR richtlijn B.

Voor de afweging van de toelaatbaarheid van de trillingssterkten door van weg- en railverkeer gedurende langere tijd kan bij overschrijding van de streefwaarden aanvullend gebruik worden gemaakt van de navolgende kwalificatie van de hinder zoals aangegeven in de tabel.

Tabel 2: Hinderkwalificatie voor weg- en railverkeer volgens SBR richtlijn B.

$V_{\max}$	hinderkwalificatie
< 0,1	geen hinder
0,1 - 0,2	weinig hinder (bestaande situaties)
0,2 - 0,8	matige hinder
0,8 - 3,2	hinder
> 3,2	ernstige hinder

Het accepteren van (matige) trillingshinder door overschrijding van de streefwaarden kan onder meer afhankelijk zijn van de mate waarin de trillingssterkte voorkomt, de aanwezigheid van andere trillingsbronnen (de achtergrondtrillingen), de mogelijkheid tot het treffen van trillingsreducerende maatregelen en de historie. In geval van mogelijke hinder dienen de betrokken partijen te overleggen. Ernstige hinder is niet toelaatbaar.

### 3. METINGEN EN BEREKENING

#### 3.1. Situatie

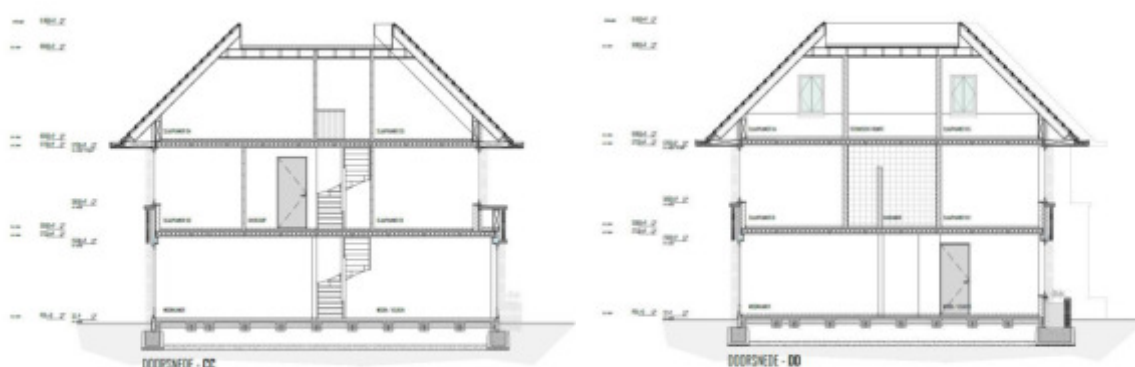
Pro6 Vastgoed wil mogelijke trillingshinder voor bewoners van het bouwplan voorkomen, ten gevolge van treinverkeer op het traject Amsterdam Centraal - Zandvoort aan Zee. In figuur 1 is de lokale situatie weergegeven.



Figuur 1: overzicht van situatie.

Binnen de rode arcering worden de vier woningen gebouwd. Het meetpunt (wit punt) was op ca. 70 m afstand van de spoorweg.

Op de locatie zullen vier nieuwe twee-onder-een-kap woningen worden gebouwd. De constructie zal minder dan 10 meter hoog zijn en het funderingssysteem van het type 'op staal' gefundeerd. Deze vorm van gebouwen kan trillinggevoelig zijn. In figuur 2 zijn twee doorsneden van de gebouwen gegeven. De volledige tekeningen zijn gegeven in de bijlage 2.



Figuur 2: doorsnede tekening van de gebouwen.

### 3.2. Trillingsmeting

Er zijn trillingsmetingen uitgevoerd op een positie op de grens van het toekomstig fysieke bouwplan middels plaatsing van een tri-axiale trillingsopnemer op een 1 meter lange metalen staaf welke in de grond is gedreven, dit is een beproefde methode om laagfrequente trillingen in de bodem te kunnen meten. De resultaten van het onderzoek dienen een antwoord te geven op de vraag of er kans op hinder is in de woonruimten van het bouwplan. Hiertoe is een frequentie afhankelijke overdrachtfunctie gebruikt voor de overdracht van de trillingen in de bodem naar de fundering en van fundering naar de vloer.

In onderhavige situatie is ervoor gekozen om gedurende één volle representatieve week de trillingen te meten waardoor een goed beeld van de lokale situatie is verkregen. In het meetpunt wordt in één verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. In de figuren 3 en 4 is de exacte positie van de meetapparatuur weergegeven en in figuur 5 de ondergrondse positie van de gefoon.



Figuur 3 en 4: foto's van de meetpositie en de trillingsmeter.



Figuur 5: foto van de ondergrondse positie van de gefoon.

De onbemande metingen zijn uitgevoerd van donderdag 3 januari 2019 t/m donderdag 10 januari 2019. Op de meetlocatie zijn in drie richtingen (één verticaal en twee horizontaal) de optredende trillingen geregistreerd. De x-richting loopt evenwijdig met de grootste lengte-as van het bouwplan, loodrecht aan de spoorbaan.

Bij de metingen is gebruik gemaakt van de in tabel 3 vermelde meetapparatuur. Deze meetapparatuur voldoet aan de specificaties uit de SBR richtlijn.

Tabel 3: gebruikte meetapparatuur.

Omschrijving	Merk	Type
Trillingsanalyzer	Profound	Vibra SBR +
3-D trillingsopnemer	Profound	Vibra SBR +

### 3.3 Overdrachtsprognoses betreffende gebouwen

Trillingen worden door de bodem overgedragen aan de bouwconstructie. De mate van trillingsoverdracht hangt af van de wijze van funderen alsmede de massa en de stijfheid van het gebouw. Maatgevend voor de toetsing is de optredende trilling sterkte in het vloerveld. De constructiewijze, het materiaal en de overspanning van een vloer alsmede de belasting bepalen de 'eigenfrequenties' of resonantie frequenties van een vloerveld en de gevoeligheid voor trillingen.

Uit het onderzoek blijkt dat de trillingen in de bodem optreden met een dominante frequentie van globaal rond ca. 10-16 Hz in de z-, x- en y-richting; zie bijlage 1.

#### 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. In de prognose is rekening gehouden met de spectrale overdrachtswaarden uit tabel 4 die zijn gebaseerd op door TNO ontwikkelde empirische formules en eigen meetervaring.

Tabel 4: Trillingsoverdracht van bodem naar gebouw (tertsband) in verzwakkingfactor.

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

Onderwerpelijke situatie is laagbouw. Tot laagbouw behoren gebouwen met een hoogte tot circa 10 m, met verdiepingen met een hoogte tussen 2,5 m en 3 m. De woningen worden op staal gefundeerd. In de berekeningen wordt uitgegaan van 'laagbouw op staal'. Bij de dominante frequenties van 10 Hz en 16 Hz is de verzwakkingfactor ca. 0; in decibels is dit een verzwakking van 0 dB.

Voor onderwerpelijke situatie is er geen verzwakking toegepast.

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 demping 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. Dit geldt wanneer de afstand tot de trillingsbron klein is en de aanstoting slechts over een beperkt deel van de draagconstructie plaatsvindt zoals in de onderhavige situatie. In de prognoses is gerekend met een gemiddelde vloerveldversterking als functie van de frequentie volgens tabel 5.

Tabel 5: gemiddelde vloerveldversterking als functie van de frequentie (tertsband).

	Frequentie in Hz									
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Versterking in dB	+2,5	+5	+6	+6,5	+8	+10	+7	+4	+3	+2,5

In het onderwerpelijk geval is er bij ca. 10-16 Hz een versterking van ca. +4 dB; dit is een factor van ca. 1,5.

Cumulatie overdrachtsprognose

Voor de trillingsoverdracht van bodem naar gebouw is er geen verzwakking toegepast. Voor de opslinging in het vloerveld in de Z-richting, X- en Y-richting is gerekend met een versterking van circa +4 dB. Dit is een versterkingsfactor van circa 1,5 op de gemeten trillingsresultaten (trillingsnelheid).



## 4. RESULTATEN EN PROGNOSE

### 4.1. Meetresultaten

Stoortrillingen hebben nagenoeg niet plaatsgevonden dan alleen ten gevolge van de installatie en de-installatie van het instrument; deze zijn uit de resultaten geëlimineerd. Tevens waren stoortrillingen door wegverkeer niet uit te sluiten. In tabel 6 zijn de meetresultaten als maximale effectieve trillingssnelheid,  $V_{\text{eff,max}}$ , samengevat voor de dag-, avond- en voor de nachtperiode. Zie ook bijlage 1. In de tabel zijn de hoogste meetwaarden opgenomen.

Tabel 6: meetresultaten hinder; dag-, avond- en nachtperiode.

Periode	Hoogst optredende meetwaarden van $V_{\text{eff,max}}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal 1 Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dag- avondperiode en	0,17	0,23	0,29
Nachtperiode	0,11	0,15	0,19

Uit de metingen blijkt dat er is een verschil is van de gemeten maximale waarden in de dag-, avond- en de nachtperiode. Zoals aangegeven door Omgevingsdienst IJmond, rijdt op het spoortraject in alle perioden hetzelfde materieel hierdoor worden vergelijkbare niveaus verwacht gedurende het gehele etmaal. Gelet hierop dit is het waarschijnlijk dat de hoogst gemeten waarden in dag- en avondperiode worden veroorzaakt door wegverkeer en niet door spoorverkeer.

### 4.2. Gecorrigeerde resultaten

In tabel 7 zijn de hoogst gemeten waarden middels de overdrachtfuncties van bodem naar gebouw naar vloer berekend.

Tabel 7: gecorrigeerde resultaten hinder; dag-, avond- en nachtperiode.

Periode	Hoogst optredende waarden van $V_{\text{eff,max}}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal 1 Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dag- avondperiode en	$0,17 * 1,5 = 0,26$	$0,23 * 1,5 = 0,35$	$0,29 * 1,5 = 0,44$
nachtperiode	$0,11 * 1,5 = 0,17$	$0,15 * 1,5 = 0,23$	$0,19 * 1,5 = 0,28$

### 4.3. Toetsing trillingsmissie; prognoses

De hoogste gecorrigeerde waarden voor de dag- en avondperiode voor  $V_{\text{eff,max}}$  zijn opgenomen in tabel 8. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 8 gegeven.

Tabel 8: toetsing voor hinder; dag- en avondperiode

$V_{\text{eff,max}}$ [-]	$A_1^*$	Toetsing	$A_2^*$	Toetsing
0,44 (y)	0,1	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet

\* waarden uit de SBR richtlijn (dag- en avondperiode)

De hoogste waarden voor de nachtperiode voor de  $V_{\text{eff,max}}$  zijn opgenomen in tabel 9. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 9 gegeven.

Tabel 9: toetsing voor hinder; nachtperiode

$V_{\text{eff,max}}$ [-]	$A_1^*$	Toetsing	$A_2^*$	Toetsing
0,28 (y)	0,1	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet

\* waarden uit de SBR richtlijn (nachtperiode)

Uit tabel 8 en tabel 9 blijkt dat de onderste streefwaarde ( $A_1$ ) uit de SBR richtlijn B wordt overschreden voor zowel de dag-, avond- als nachtperiode. De bovenste streefwaarde ( $A_2$ ) wordt eveneens overschreden. Bepaling van de  $V_{\text{per}}$  is niet noodzakelijk.

Uit de worst-case prognose-berekeningen blijkt dat niet aan de (boven) streefwaarden uit de SBR-richtlijn B wordt voldaan en is de verwachting dat in de toekomstige nieuwbouw woningen matige trillinghinder zal optreden.

## 5. MAATREGELLEN

### 5.1. Algemeen

Bij trillingen is er sprake van een trillingsbron (spoorweg), een medium (grond) dat de trillingen doorgeeft, en een ontvanger (bewoners in woningen). Trillingsreducerende maatregelen kunnen zijn:

- Bij de bron;
- In het medium (bodem);
- Bij de ontvanger.

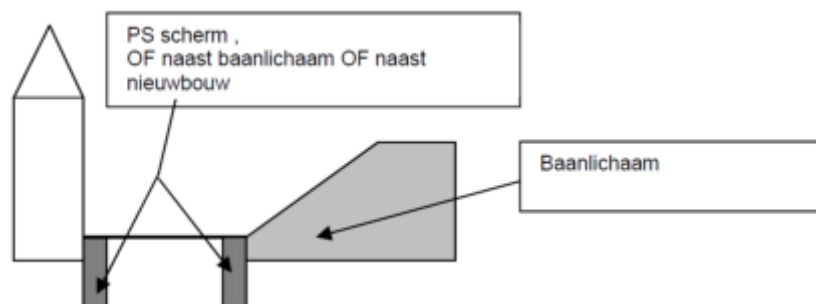
Omdat maatregelen bij de bron (spoor en baanlichaam) geen optie is zijn maatregelen in de bodem en bij de ontvanger onderzocht. Mogelijke maatregelen zijn als volgt:

1. In de bodem: een optie is de plaatsing een trillingsscherm van enige afmetingen (dikte en diepte) tussen de spoorweg en de nieuw constructie, naast de woningen of naast het baanlichaam;
2. Bij de ontvanger: een optie is de plaatsing of een trillingsisolatie laag (verloren bekisting) rond en beneden de fundering.

## 5.2. Trilling scherm: polystyreen scherm

Het doel van een trillingscherm is het doorbreken van de transmissie van de trillingen vanuit de bron naar de draagconstructie, zodat de trillingsintensiteit aan en in de nieuwbouw geringer wordt. Uit de literatuur is bekend dat indien voldoende stijfheidverschil over voldoende dikte tussen bron en ontvanger aangebracht wordt, een redelijke reductie van de trillingsintensiteiten optreedt direct achter het trillingsscherm. De grootte van de verkregen trillingsreductie (situatie inclusief scherm), is onder andere afhankelijk van de dimensies (dikte en hoogte) van het scherm en de locatie ervan ten opzichte van de bron (afstand).

Uit de literatuur en onze ervaring is een effectief trilling scherm, een sleuf in de grond welke wordt opgevuld met licht materiaal (bijvoorbeeld Polystyreenschuim). Het scherm wordt vervolgens afdekt door een tuinperk of betontegels. Bij deze maatregel worden PS platen ingegraven tot de onderzijde van de fundering. Nabij de woning of nabij het baanlichaam. In figuur 6 is een schematische afbeelding gegeven.



Figuur 6: schematisch voorbeeld van het trillingscherm.

Het scherm dient beschermd te worden tegen milieutechnische invloeden (bijvoorbeeld oliën) en afgedekt te worden met een beschermlaag (bijvoorbeeld tegels).

Het toepassen van een dergelijke maatregel is voor bestaande woningen, welke op staal zijn gebouwd of welke minder goed gefundeerd zijn, sterk af te raden. Het ontgraven en roeren van de grond nabij de fundering zal vergaande statische problemen kunnen veroorzaken. Echter voor nieuwbouw of bij ver gaande renovaties is een dergelijk maatregel zeer goed toepasbaar. Deze methode is op diverse plaatsen succesvol toegepast. Overigens heeft deze maatregel ook een positief effect op de energiehuishouding van het pand.

Uit de literatuur en uit praktische toepassingen volgt dat voor panden gefundeerd op staal het onderbreken van een vaste toplaag met een PS scherm een trillingsreducerend effect heeft van 50% tot 70%. In figuur 7 is een praktijk voorbeeld gegeven van een trilling scherm in de bodem.





Figuur 7: voorbeeld van de ondergronds plaatsing van een trillingscherm.

Om de trillingsniveaus in onderwerpelijke situatie te minimaliseren wordt door ons geadviseerd om op ongeveer 5 m of minder van de fundering van de woningen een polystyreen trilling scherm te plaatsing van 40 cm dik en 2 m diep. We adviseren om, indien mogelijk, het scherm over de gehele lengte van het zuidelijke en oostelijke deel van de fundering te plaatsen.

### 5.3. Trillingsisolatie van de fundering: verloren bekisting

Een andere mogelijke maatregel wordt verkregen door het plaatsen van een trillingsisolatie laag rond de gehele funderingsplaat. Dit systeem staat bekend als verloren bekisting, het is samengesteld uit een laag van een geocomposiet (EPS bijvoorbeeld) en een eventueel een ondoorlatende laag (PVC). Het beton kan rechtstreeks worden aangebracht in de verloren bekisting, zonder verlies van ruimte. In figuur 8 is een afbeelding van het trilling dempend systeem gegeven.



Figuur 8: voorbeeld van de verloren bekisting als trilling dempend systeem.

Het is de verwachting dat deze maatregel, indien zorgvuldig uitgevoerd een trilling reducerend effect heeft van minstens 40%.

### 5.4. Gecorrigeerde resultaten na maatregelen

Voor de gecorrigeerde resultaten na maatregelen is een extra verzwakkingfactor van ca. 1,6 (trillingsreducerend effect van 40%) toegepast als worst-case scenario.

In tabel 10 zijn de hoogste gemeten waarden middels de overdrachtfuncties van bodem

Tabel 10: gecorrigeerde resultaten hinder na maatregelen; dag-, avond- en nachtperiode.

Periode	Hoogst optredende waarden van $V_{eff,max}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dag- avondperiode en	$(0,17*1,5)/1,6 = 0,16$	$(0,23*1,5)/1,6 = 0,22$	$(0,29*1,5)/1,6 = 0,27$
nachtperiode	$(0,11*1,5)/1,6 = 0,10$	$(0,15*1,5)/1,6 = 0,14$	$(0,19*1,5)/1,6 = 0,18$

### 5.5. Toetsing trilling immissie; prognoses na maatregelen

De toetsing voor trillingshinder na maatregelen is gegeven in tabel 11 en 12.

Tabel 11: toetsing voor trillingshinder na maatregelen; dag- en avondperiode.

$V_{eff,max}$ [-]	$A_1^*$	Toetsing	$A_2^*$	Toetsing	Vervolg
0,26 (y)	0,1	Voldoet niet	0,4	Voldoet	Bepaling $V_{per}$

\* waarden uit de SBR richtlijn (dag- en avondperiode)

Tabel 12: toetsing voor trillingshinder na maatregelen; nachtperiode.

$V_{eff,max}$ [-]	$A_1^*$	Toetsing	$A_2^*$	Toetsing	Vervolg
0,17 (y)	0,1	Voldoet niet	0,2	Voldoet	Bepaling $V_{per}$

\* waarden uit de SBR richtlijn (nachtperiode)

Uit tabel 11 en tabel 12 blijkt dat de onderste streefwaarde uit de SBR richtlijn B wordt overschreden voor zowel de dag-, avond- als nachtperiode. De bovenste streefwaarde wordt niet overschreden. Bepaling van de  $V_{per}$  is noodzakelijk.

De hoogst gecorrigeerde waarden voor  $V_{per}$  zijn opgenomen in tabel 13 voor de dag-, avond- en voor de nachtperiode.

Tabel 13: gecorrigeerde resultaten trillingshinder ( $V_{per}$ ); dag-, avond- en nachtperiode.

Periode	Hoogste optredende meetwaarden van $V_{per}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal 1 Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dag- avondperiode en	$(0,01*1,5)/1,6 = 0,01$	$(0,02*1,5)/1,6 = 0,02$	$(0,03*1,5)/1,6 = 0,03$
Nachtperiode	$(0,01*1,5)/1,6 = 0,01$	$(0,02*1,5)/1,6 = 0,02$	$(0,03*1,5)/1,6 = 0,03$

De toetsing voor trillingshinder is eveneens in tabel 14 gegeven.

Tabel 14: toetsing voor trillingshinder ( $V_{per}$ ) na maatregelen; dag-, avond- en nachtperiode.

Periode	$V_{per}$ [-]	$A_3^*$	Toetsing
Dag- en avondperiode	0,03 (y)	0,05	<u>Voldoet</u>
Nachtperiode	0,03 (y)	0,05	<u>Voldoet</u>

\* waarden uit de SBR richtlijn

Getoetst aan de (gemiddelde) norm  $V_{per} = 0,05$  treedt er geen overschrijding op na het treffen van de geadviseerde maatregelen.

## 6. CONCLUSIE

Uit de resultaten van het voorliggend onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd.

Uit de worst-case prognose berekeningen - zonder trilling reducerende maatregelen - blijkt dat niet aan de streefwaarden uit de SBR-richtlijn B wordt voldaan.

Uitgaande van de prognose berekeningen is de verwachting dat in de toekomstige woningen matige trillingshinder kan optreden. Om te voldoen aan de SBR-richtlijn B zijn maatregelen noodzakelijk.

Uitgaande van de worst-case prognose berekeningen blijkt dat na het treffen van de maatregelen zoals beschreven in hoofdstuk 5 voldaan kan worden aan de streefwaarden uit de SBR-richtlijn.

**AV-CONSULTING B.V.**

*Raadgevende ingenieurs*



**BIJLAGE 1: MEETRESULTATEN**

**1A: Veff Z-Richting meetweek**

**1B: Veff X-Richting meetweek**

**1C: Veff Y-Richting meetweek**

**1D: Frequenties**

**1E: Vper meetweek**

**1F: Veff en Vper gemiddeld meetweek**

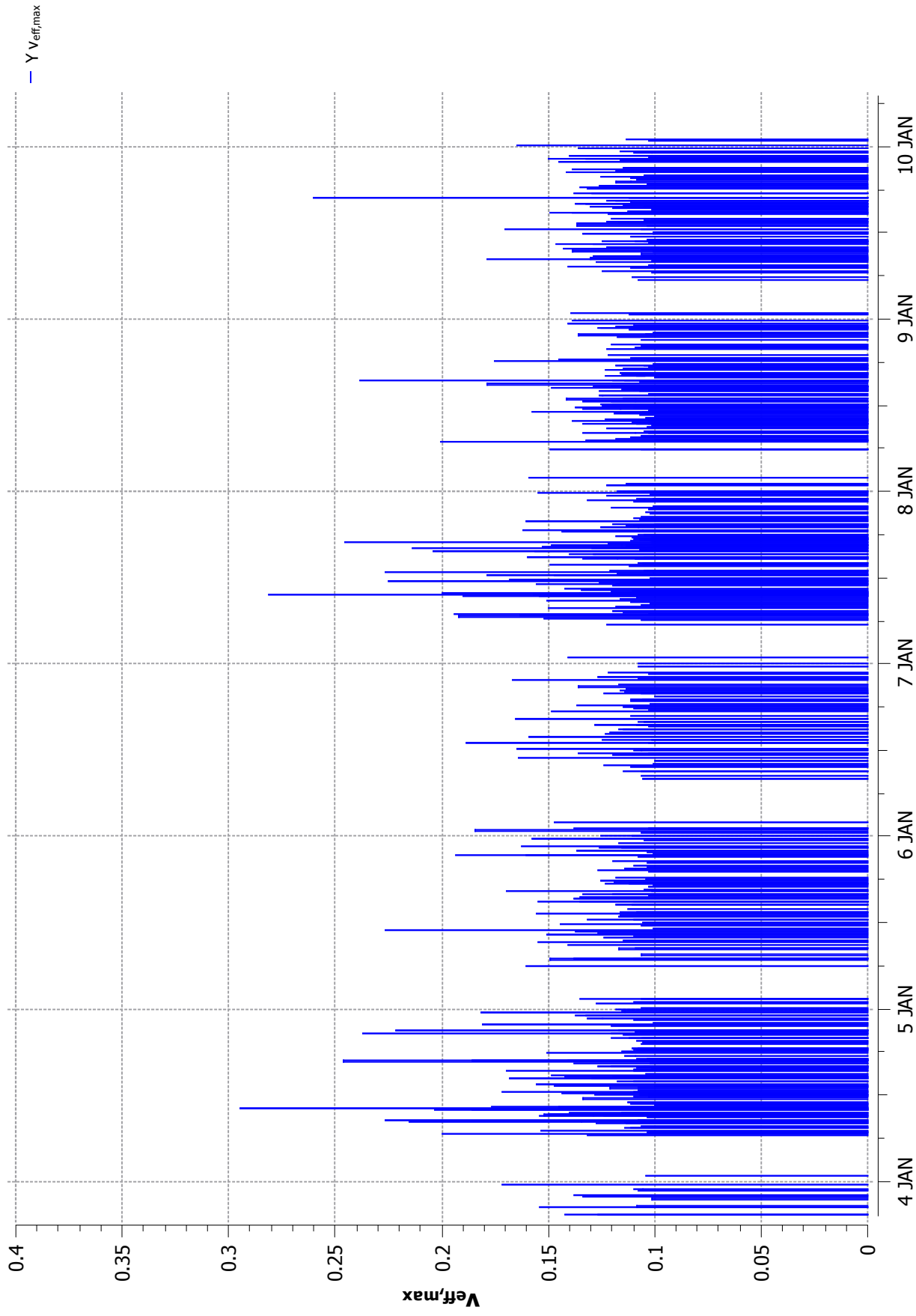
# VIB00094 Brouwerskolkweg2 2019-01-03



# VIB00094 Brouwerskolkweg2 2019-01-03

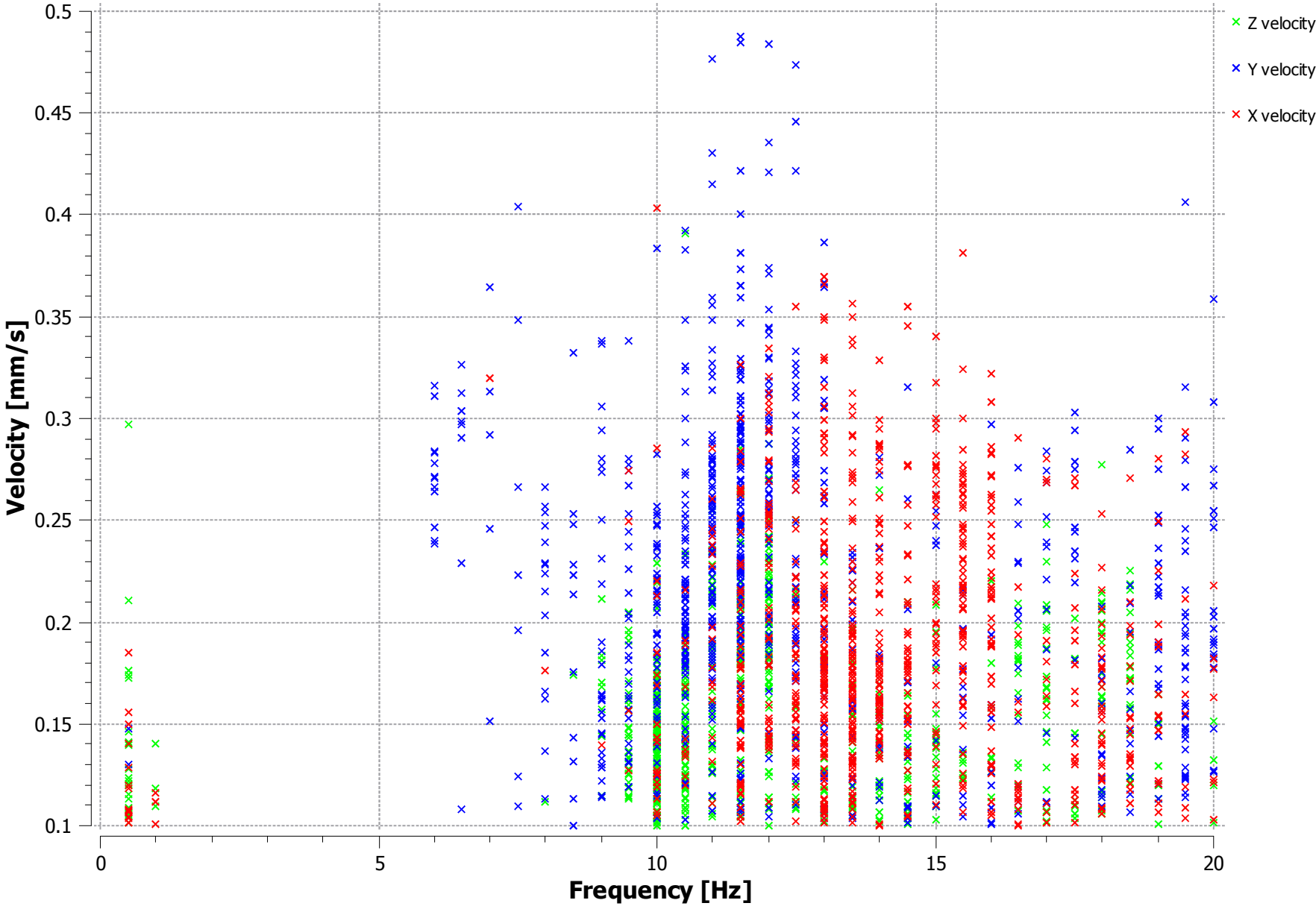


# VIB00094 Brouwerskolkweg2 2019-01-03

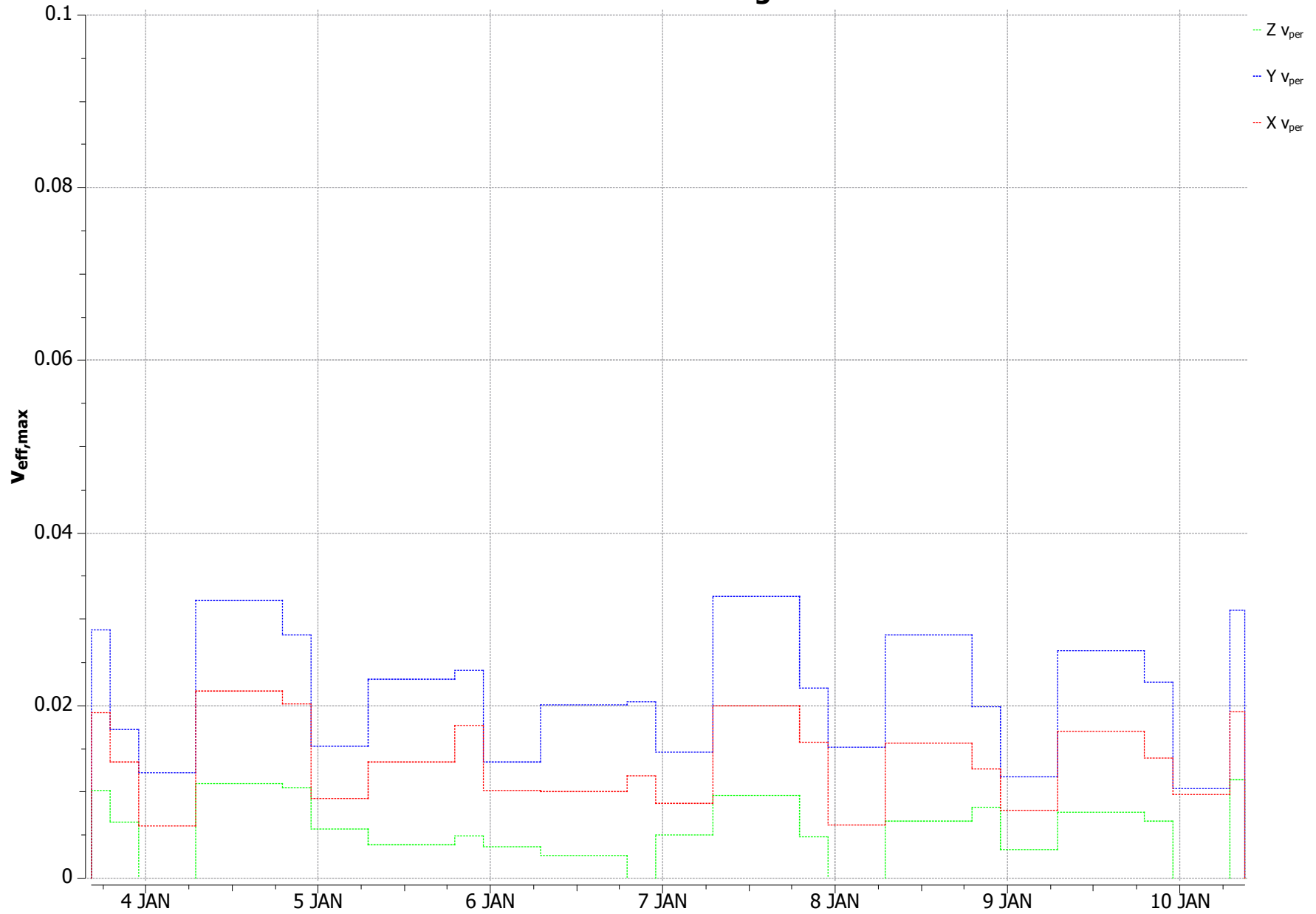




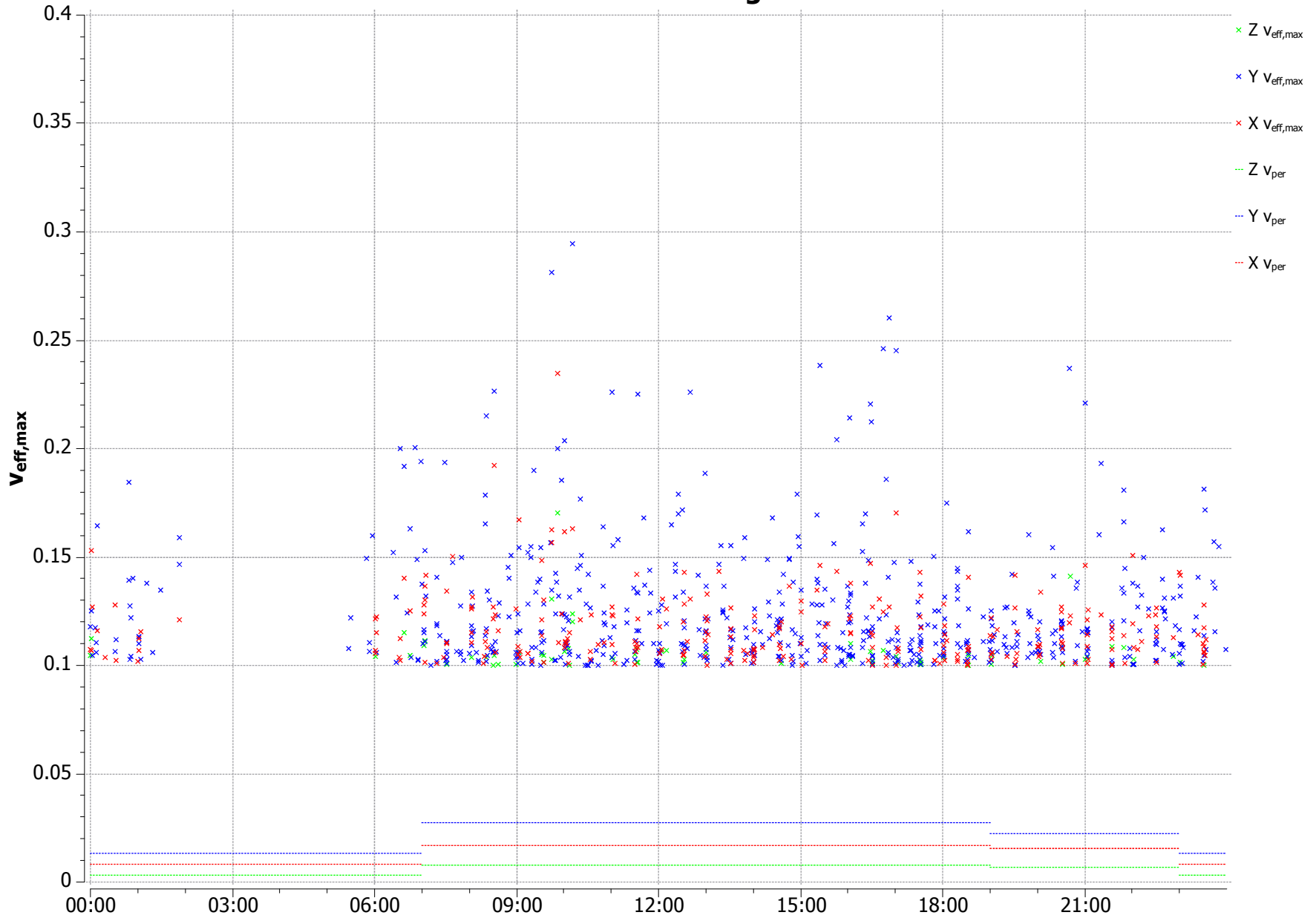
# VIB00094 Brouwerskolkweg2 2019-01-03



# VIB00094 Brouwerskolkweg2 2019-01-03

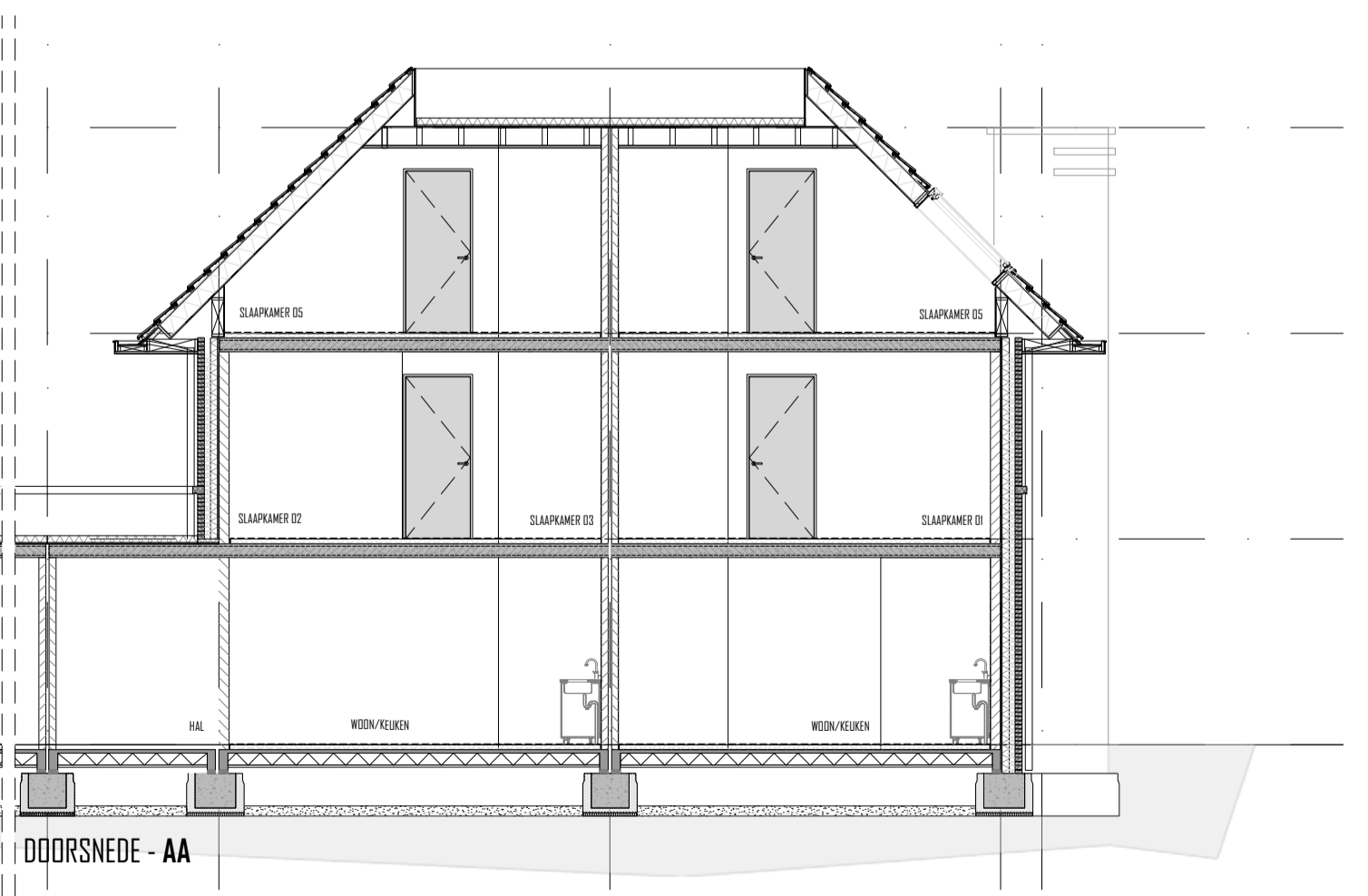
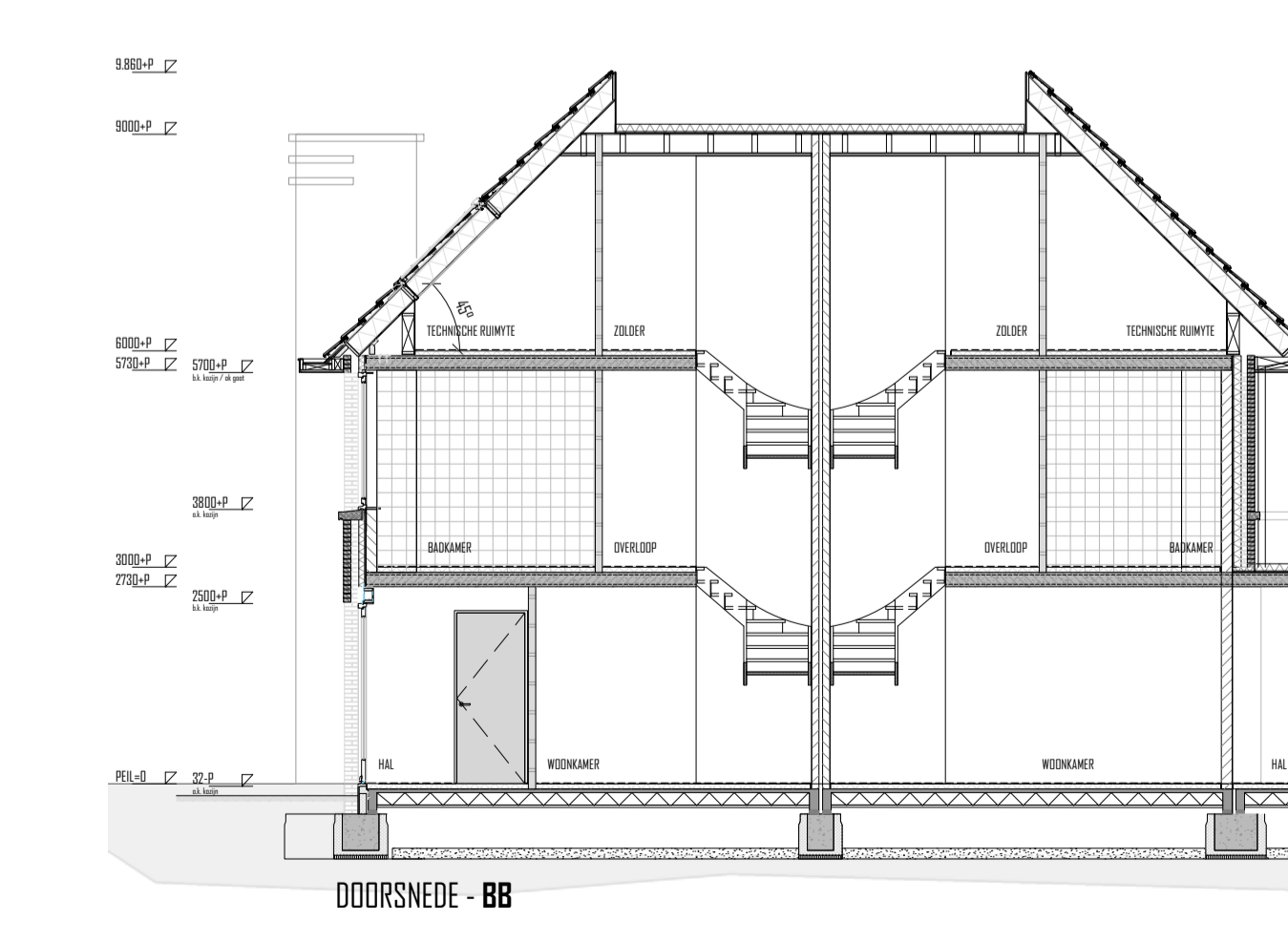
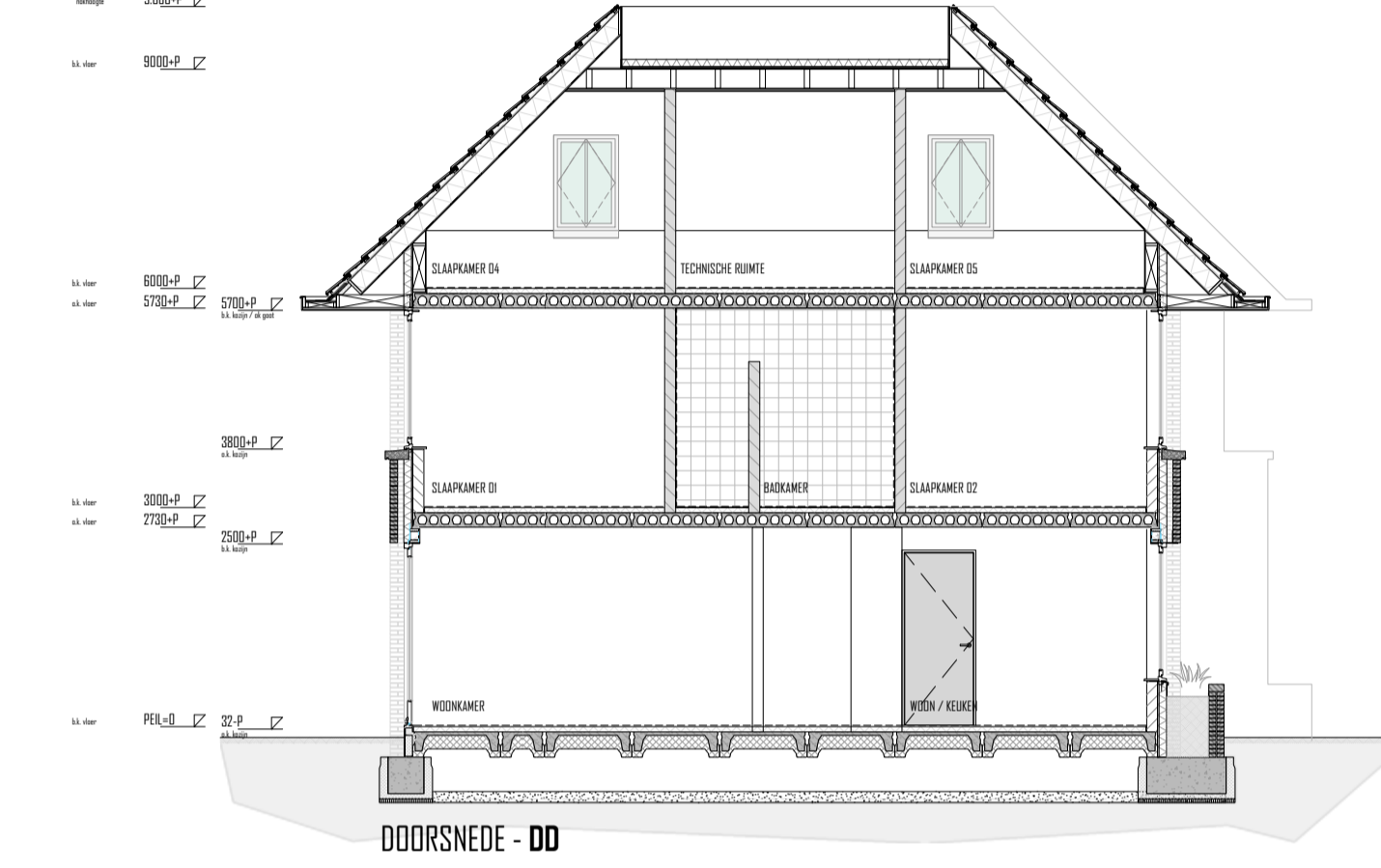
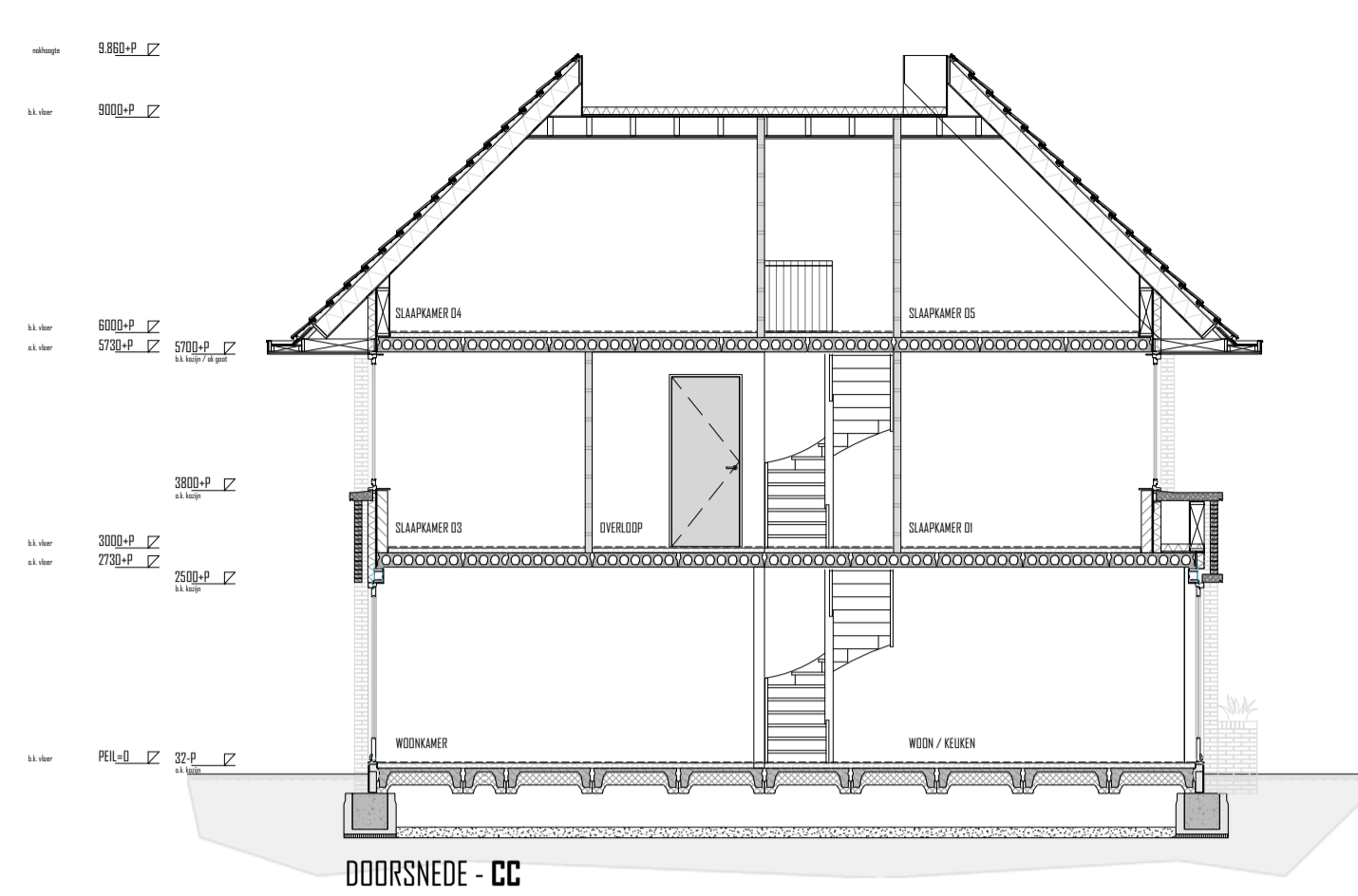
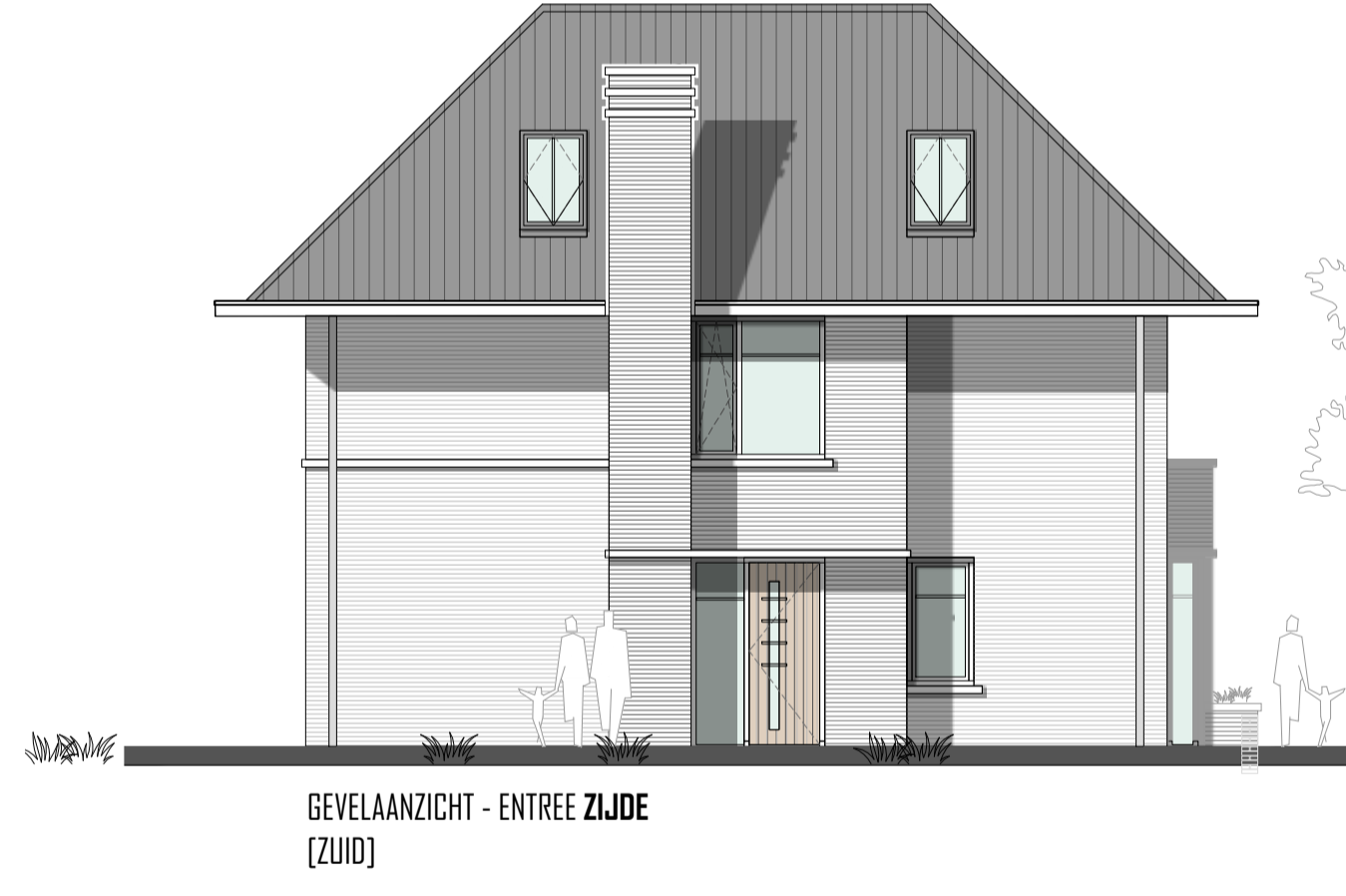
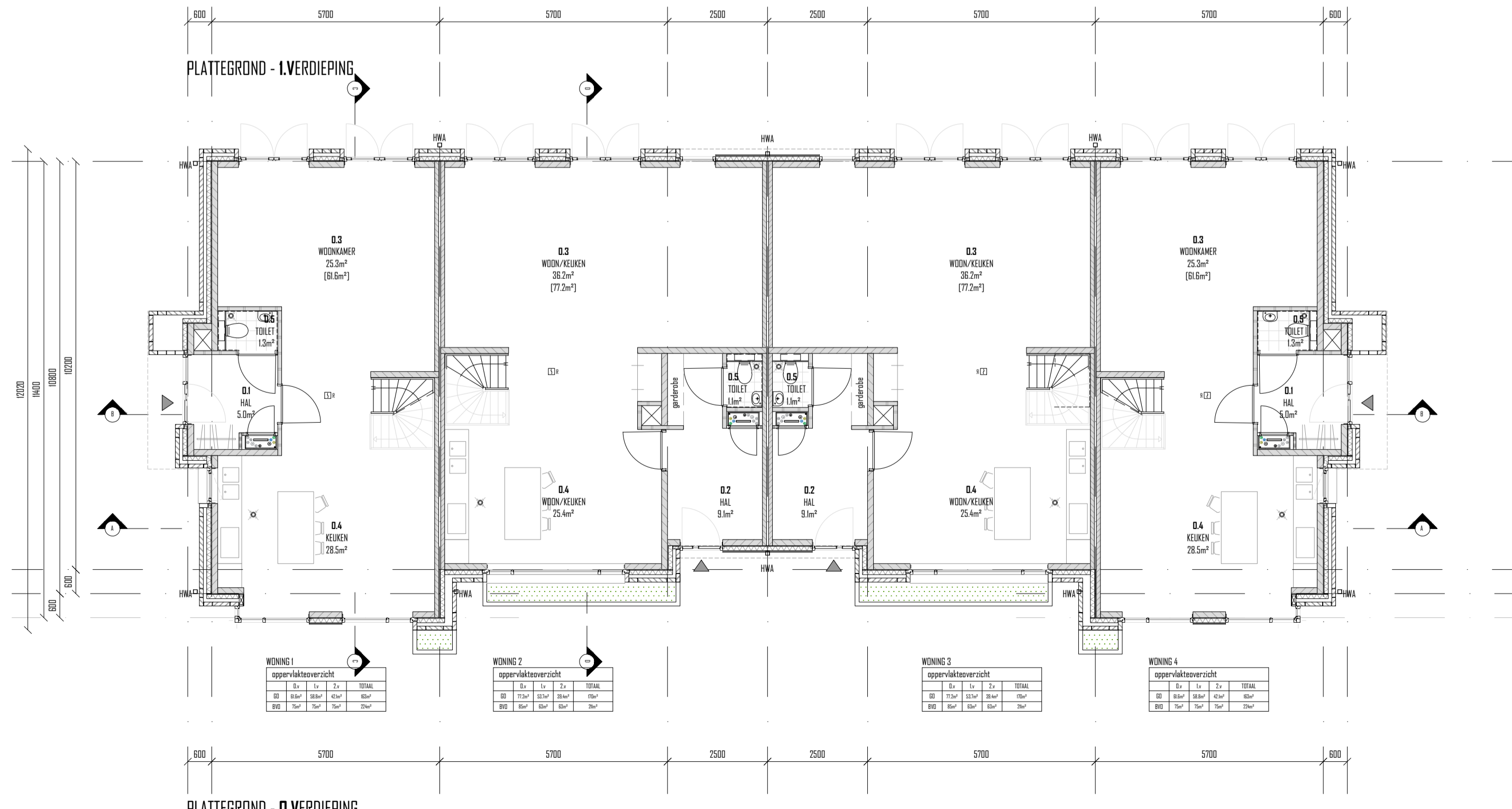
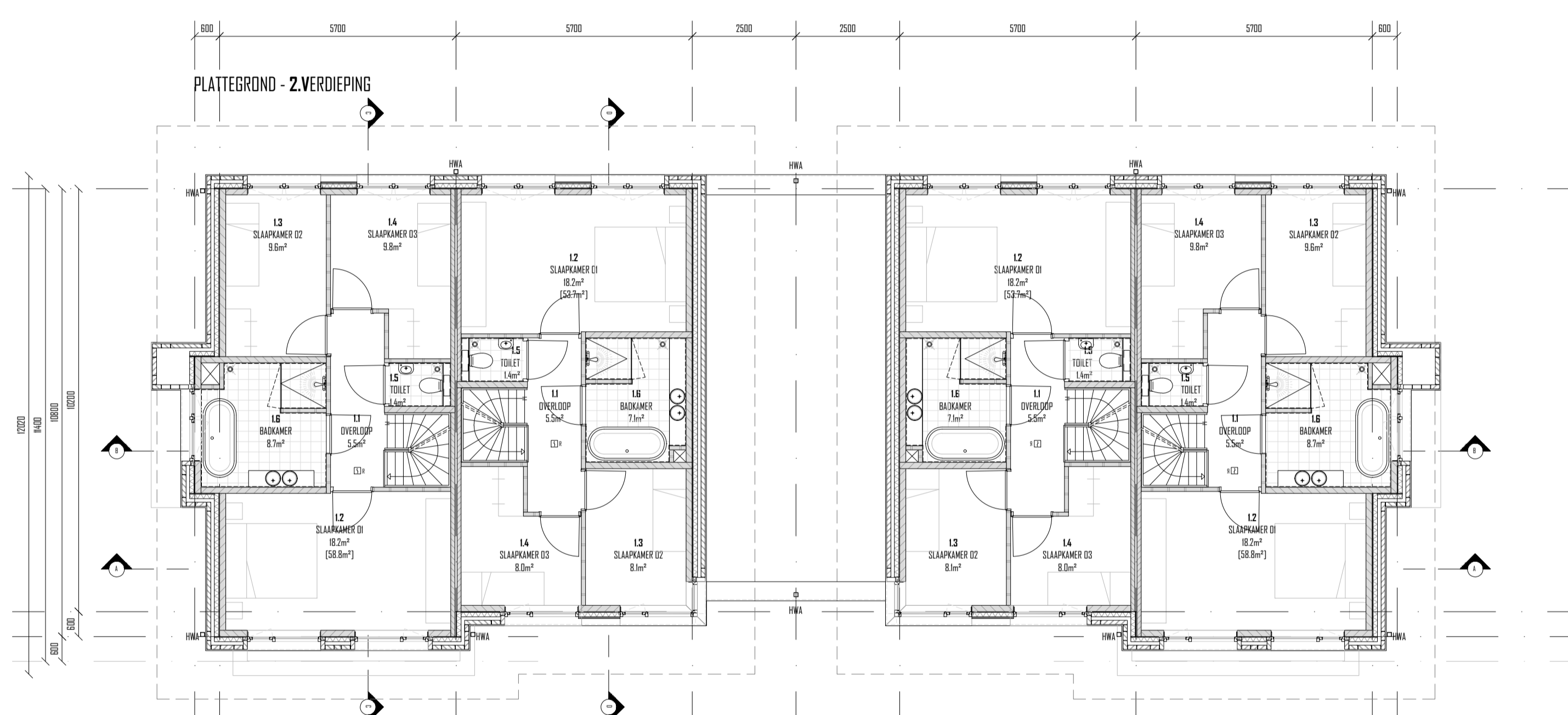
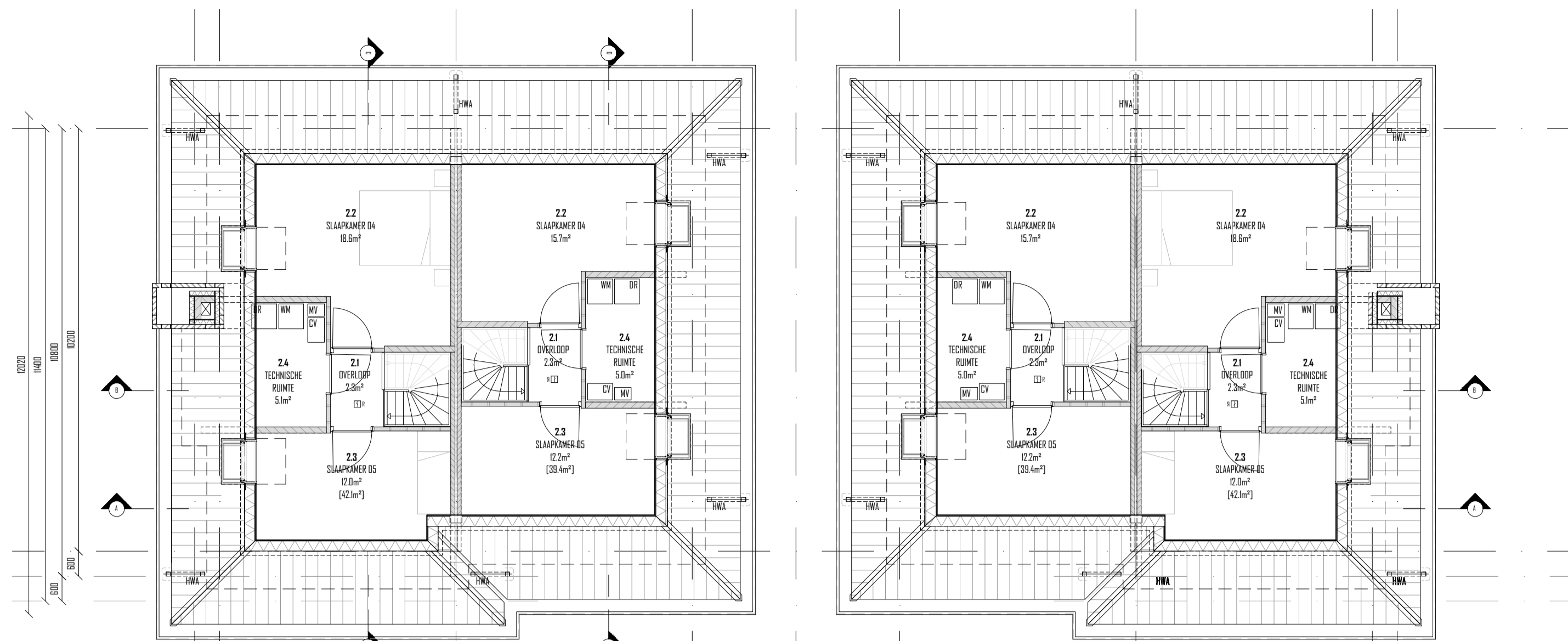


# VIB00094 Brouwerskolkweg2 2019-01-03



## BIJLAGE 2: TEKENINGEN





OVER   ONTWIKKELING GEMEENTEBEELD   BROMMERSKOLKWIJG, DIVERVEEN		blad nummer	DO-01
ontwerper	PLATTEGRONDEN, GEVELS, DOORSNEDEN EN SITUATIE   NIEUWBOUW	formaat	A1+
ontwerper	VERGUNNINGSAANVRAGEN	schaal	1:400
opdrachtgever	PROOF VASTGOED	datum	12.03.2017
adres	Brouwerskolkweg 2, 2520 GD Dierveen, gemeente Breda	gewijfd	
T. +31 77 582 26 88	ontwerper	PROOF VASTGOED	
E. info@studiodp.nl	architect	PROOF VASTGOED	
W. www.studiodp.nl	interieur	PROOF VASTGOED	

## BIJLAGE 3: TERMEN EN DEFINITIES VAN SBR-B



## 4. TERMEN EN DEFINITIES

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

**AMPLITUDE-FREQUENTIEKARAKTERISTIEK:** 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 ( $9,81 m/s^2$ )
T	trillingstijd, in s
u	verplaatsing, in $\mu m$
v	snelheid, 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
$f_o$	kantelfrequentie van het wegingsfilter, $f_o = 5,6$ Hz
$H_a(f)$	wegingfunctie trillingsversnelling, $s^2/m$
$H_v(f)$	wegingfunctie trillingsnelheid, $s/mm$
i	variabele die het interval van 30 seconden aangeeft waarin $v_{eff,max,30,i}$ is gemeten
N	aantal aaneensluitende tijdsintervallen van 30 seconden in een beoordelingsperiode: voor de dagperiode $N = 1440$ 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
$T_o$	tijdsduur van de beoordelingsperiode, in s
$\tau$	tijdconstante, in s
$V_{max}$	grootste waarde van $v_{eff,max}$ 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 $v_{eff,max,30,i}$ . 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
$v_{eff}(t)$	voortschrijdende effectieve waarde van de gewogen momentane trillingsgrootte, dimensieloos
$v_{eff,max}$	de grootste waarde van $v_{eff}(t)$ over de meetduur, dimensieloos
$v_{eff,max,30,i}$	de grootste waarde van $v_{eff}(t)$ in een tijdsinterval van 30 seconden, dimensieloos
$v_{eff,max,stat}$	de statistisch bepaalde grootste waarde van $v_{eff}(t)$ over de meetduur, dimensieloos
$v_o$	referentiewaarde van de wegingfunctie, $v_o = 1,0$ mm/s
$v_{per,meet}$	de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van $v_{eff,max,30,i}$ 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
$\phi^*(f)$	referentie fase-frequentiekarakteristiek, in graden
$\Delta\phi(f)$	toelaatbare faseafwijking van het meetsysteem ten opzichte van de referentie fase-frequentie karakteristiek, in graden