

## Campings Westerweg, Heiloo

### Onderzoek trillingshinder spoor

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>Status</b> | <b>definitief</b>   |
| Versie        | 001                 |
| Rapport       | B.2022.1352.00.R001 |
| Datum         | 3 april 2023        |



**Colofon**

|                                             |                                                                                        |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Opdrachtgever</b>                        | Visser en Van Dam<br>t.a.v. de heer G. Beentjes<br>Postbus 7<br>1850 AA Heiloo         |
| <b>Contactpersoon<br/>opdrachtgever</b>     | de heer G. Beentjes                                                                    |
| <b>Project</b><br>Betreft<br>Uw kenmerk     | Herontwikkeling campings Westerweg, Heiloo<br>Trillingsonderzoek<br>-                  |
| <b>Rapport</b><br>Datum<br>Versie<br>Status | B.2022.1352.00.R001<br>3 april 2023<br>001<br>definitief                               |
| <b>Uitgevoerd door</b>                      | DGMR Bouw B.V.<br>Weerdjesstraat 70<br>6811 JE Arnhem<br>Postbus 153<br>6800 AD Arnhem |
| <b>Contactpersoon</b>                       | ing. R.G. (Reinoud) Fennema<br>088 346 76 33<br>rfe@dgmr.nl                            |
| <b>Auteur</b>                               | ing. J.J. (Jesse) Bijl<br>088 346 76 39<br>jby@dgmr.nl                                 |
| <b>Projectadviseur</b>                      | ing. A.W.N. (Antwan) van Haaren<br>088 346 76 02<br>hr@dgmr.nl                         |
| <b>2e lezer/secr.</b>                       | RFE OZU                                                                                |

## Inhoud

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>1. Inleiding</b>           | <b>4</b>  |
| <b>2. Situatie</b>            | <b>5</b>  |
| 2.1 Kavel                     | 5         |
| 2.2 Spoor en treinmaterieel   | 5         |
| <b>3. Toetsingskader</b>      | <b>7</b>  |
| <b>4. Metingen</b>            | <b>8</b>  |
| 4.1 Meetomstandigheden        | 8         |
| 4.2 Meetpunten                | 8         |
| 4.3 Meetapparatuur            | 9         |
| 4.4 Verwerking meetresultaten | 9         |
| <b>5. Resultaten</b>          | <b>10</b> |
| 5.1 Overdrachtsmeting         | 10        |
| <b>6. Prognose</b>            | <b>12</b> |
| 6.1 Methode                   | 12        |
| 6.2 Grondgebonden woningen    | 12        |
| 6.3 Bestaande bungalows       | 12        |
| <b>7. Resultaten prognose</b> | <b>13</b> |
| 7.1 Voorgenomen bouwwijze     | 13        |
| <b>8. Conclusie</b>           | <b>14</b> |

## Bijlagen

|           |                                 |
|-----------|---------------------------------|
| Bijlage 1 | Trillingsregistraties $V_{top}$ |
| Bijlage 2 | Trillingsprognose               |

## 1. Inleiding

In opdracht van Visser en Van Dam heeft DGMR Bouw B.V. een trillingsonderzoek uitgevoerd voor de herontwikkeling van campings Westerhoeve en Duinzicht in Heiloo. Het plan is om woningen bij te bouwen en aan een aantal bungalows een woonfunctie te geven. Voor zowel het bijbouwen als de functiewijziging moet het bestemmingsplan worden gewijzigd.

De campings liggen op korte afstand van spoorlijn Alkmaar - Hoorn/Den Helder. Hierdoor is er rekening te houden met trillingen vanaf het spoor. Om de trillingsbelasting op het perceel in beeld te brengen is een trillingsonderzoek uitgevoerd, waarbij er verkennende trillingsmetingen zijn uitgevoerd. Hieruit zijn de trillingsbelasting op de kavel en de afname van trillingen met toenemende afstand tot het spoor bepaald. Met deze gegevens en de voorgenomen planinvulling (bouwvormen) is een trillingsprognose opgesteld en deze is getoetst aan de hiervoor geldende streefwaarden uit de trillingsrichtlijn SBR-B. Als er aanvullende maatregelen nodig zijn om te kunnen voldoen aan de SBR-B dan zijn deze op hoofdlijnen aangegeven.

## 2. Situatie

### 2.1 Kavel

In figuur 1 zijn de bouwplannen voor beide campings te zien. Deze worden onderstaand toegelicht.



figuur 1: invulling campings Westerhoeve (rood) en Duinzicht (blauw), Heiloo

#### Duinzicht

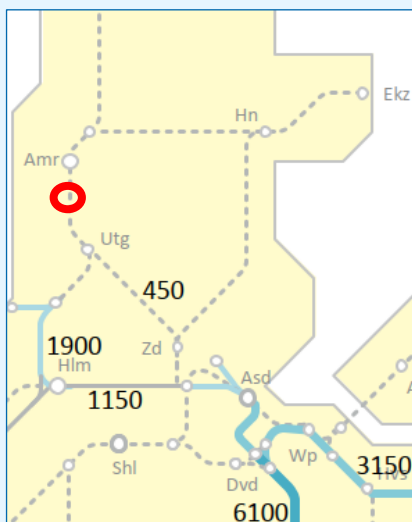
In figuur 1 is Duinzicht (noordelijk deel) aangegeven met een blauwe stippellijn. Op camping Duinzicht wordt op de hoek van de Kwekerij met de Westerweg een woning gebouwd op ongeveer 28 meter afstand van het spoor. Dit is op ongeveer gelijke afstand als de naastliggende woning Westerweg 375. Deze nieuw te bouwen woning is in figuur 1 aangegeven als object 1. De overige te bouwen woningen op camping Duinzicht liggen op minimaal 57 meter van het spoor.

#### Parc Westerhoeve

Op Parc Westerhoeve (zuidelijk deel) zijn er drie bestaande recreatiebungalows, in figuur 1 aangegeven als object 2 t/m 4, die een permanente woonfunctie krijgen en op relatief kleine afstand van het spoor liggen. Deze bungalows worden verder niet gewijzigd. Bungalow 2 ligt op een minimumafstand van 46 meter tot het spoor en alle bungalows zijn gefundeerd op een betonplaat. De nieuw te bouwen woningen (bruin geaccentueerd) liggen op minimaal 86 meter van het spoor. Daarbij gaat het om laagbouw tot twee bouwlagen plus kap (geen bungalows).

### 2.2 Spoor en treinmaterieel

Het traject Amsterdam - Alkmaar is een drukke lijn met zowel reizigers- als goederentreinen. Het aantal goederentreinen is echter beperkt. In figuur 2, zijn de aantallen goederentreinen per jaar, beide richtingen samen, weergegeven. Hieruit blijkt dat er gemiddeld 1 à 2 goederentreinen per dag passeren. Het reizigersmaterieel op de lijn Amsterdam - Alkmaar bestaat meestal uit sprinters van het type SLT en zwaardere dubbeldeks intercitytreinen van het type VIRM.



figuur 2: goederentreinen per jaar, beide richtingen samen (rode cirkel is kavel) Bron: Jaarrapport ProRail (2021)

### 3. Toetsingskader

Het ministerie van I&W heeft in het jaar 2019 de “Handreiking nieuwbouw en spoortrillingen” uitgegeven, die in dit rapport wordt aangehouden. In deze handreiking wordt de SBR-B richtlijn “Trillingshinder voor personen in gebouwen” geadviseerd als toetsingskader voor trillingen. In deze richtlijn zijn de in tabel 1 weergegeven streefwaarden opgenomen voor nieuwbouw.

**tabel 1: SBR-B - Streefwaarden continue en herhaald voorkomende trillingen, nieuwe situaties**

| Gebouwfunctie | Dag en avond |     |      | Nacht |     |      |
|---------------|--------------|-----|------|-------|-----|------|
|               | A1           | A2  | A3   | A1    | A2  | A3   |
| Wonen         | 0,1          | 0,4 | 0,05 | 0,1   | 0,2 | 0,05 |

A1 = onderste streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{\max}$ ; A2 = bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{\max}$

A3 = streefwaarde voor de gemiddeld effectieve waarde over de beoordelingsperiode  $V_{\text{per}}$ , indien  $A1 < V_{\max} < A2$

Nieuwe woonbebouwing, nabij weg of spoorlijn, voldoet aan de SBR-B als de maximale effectieve trillingssterkte  $V_{\max}$  kleiner is dan 0,2 (nacht) en de gemiddelde trillingssterkte  $V_{\text{per}}$  niet hoger is dan 0,05. Als  $V_{\max}$  kleiner is dan 0,1 komt de toetsing van de  $V_{\text{per}}$  te vervallen. Voor de toetsing worden meet- en prognosewaarden afgerond op het aantal decimalen van de streefwaarde.

## 4. Metingen

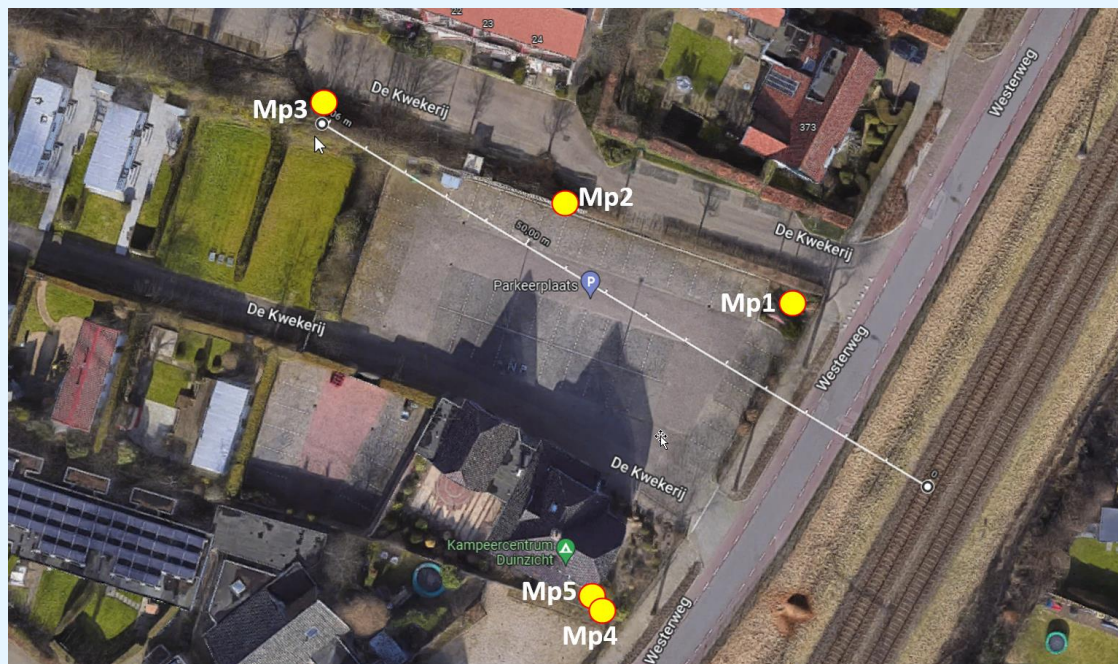
### 4.1 Meetomstandigheden

In overeenstemming met de aanbeveling in de SBR-B is gedurende een week gemeten, om variaties in spoorgebruik en materieel mee te nemen in de metingen. De metingen zijn uitgevoerd tussen 15 en 22 februari 2023. In deze meetperiode was er sprake van een normale dienstregeling.

### 4.2 Meetpunten

Op de grondstrook bedoeld voor de nieuwebouw van Parc Westerhoeve zijn drie bodemmeetpunten aangebracht met toenemende afstand tot het spoor. Deze liggen op 25, 50 en 75 meter afstand van het spoor. Het meetpunt (Mp1) op 25 m bevindt zich ongeveer op de perceelsgrens en betreft de minimaal mogelijke bebouwingsafstand tot het spoor. Het meetpunt op 75 meter afstand reikt niet tot het einde van de kavel, maar is zo gekozen omdat op grotere afstand er geen sterke invloed van het spoor verwacht wordt en meten op grotere afstand vermoedelijk geen bruikbare data oplevert. De gekozen drie meetpunten samen geven inzicht in het verval in trillingssterkte met toenemende afstand tot het spoor, waarmee voor de gehele kavel een trillingsprognose gedaan kan worden.

Aanvullend op de bodemmeetpunten zijn er ook overdrachtsmetingen gedaan van de bodem naar de fundatie van al bestaande panden. Hiervoor zijn een bungalow (lichte woning) en een woonhuis (wat zwaarder) gekozen. Bij beide gebouwen is een meetpunt ingegraven in de bodem en een meetsysteem gemonteerd aan de gevel net boven maaiveld. Deze gevelmeetpunten geven ook een indruk van de te verwachten trillingen in de bungalow en woning. Zie tabel 2 voor een overzicht van alle meetpunten. De meetpunten Mp1 t/m Mp5 zijn weergegeven in figuur 3.



figuur 3: locatie van meetpunten Mp1 tot en met Mp5

### 4.3 Meetapparatuur

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de gebruikte meetsystemen.

**tabel 2: meetlocaties en systemen**

| Meetpunt | Afstand | Type                             | Meetsysteem        | Serienummer |
|----------|---------|----------------------------------|--------------------|-------------|
| Mp1      | 25 m    | Bodem                            | Profound Vibra SBR | VIB00488    |
| Mp2      | 50 m    |                                  | Profound Vibra SBR | VIB00588    |
| Mp3      | 75 m    |                                  | Profound Vibra SBR | VIB01045    |
| Mp4      | 25 m    |                                  | Profound Vibra SBR | VIB01187    |
| Mp5      | 26 m    | Fundering, woning huisnummer 375 | Profound Vibra SBR | VIB01188    |
| Mp6      | 52 m    | Bodem, nabij bungalow            | Profound Vibra-e   | VIBe1158    |
| Mp7      | 55 m    | Fundering, bungalow (object 2)   | Profound Vibra-e   | VIBe1159    |

### 4.4 Verwerking meetresultaten

Om alleen de invloed van treinpassages, zonder verstoringen, in beeld te brengen zijn treinpassages en mogelijke verstoringen in de trillingsregistraties geïdentificeerd op basis van onderling vergelijk van de meetsystemen. Waar nodig (en mogelijk) zijn pieken in de registraties geverifieerd op basis van de camerabeelden (spoorgerichte camera). Verstoorde treinpassages zijn buiten beschouwing gelaten.

De meetsystemen meten de maximale trillingssterkte  $V_{top}$  en de voor trillingshinder maatgevende effectieve trillingssterkte  $V_{eff}$ . De  $V_{eff}$  wordt overeenkomstig de SBR-B gemeten in 30 seconden intervallen. Dit is voor identificatie van treinpassages en check op verstoringen te grof. De identificatie van passages/verstoringen is daarom gedaan aan de hand van het trillingssignaal  $V_{top}$ , dat een 10x hogere resolutie heeft. Van de geïdentificeerde treinpassages (en dus vrij van verstoringen) is vervolgens de bijbehorende effectieve trillingssterkte  $V_{eff}$  geselecteerd voor verdere analyse en prognose. De hoogste  $V_{eff,max}$  is de maatgevende  $V_{max}$  volgens de SBR-B richtlijn.

## 5. Resultaten

Bijlage 1 geeft een overzicht van de trillingsregistraties en eventuele verstoringen gedurende een week meten. Afgebeeld is de trillingssterkte  $V_{top}$  die, zoals in paragraaf 4.4 is omschreven, wordt gebruikt voor de identificatie van treinp passages. De passages met de hoogste trillingsopwekking zijn weergegeven in tabel 3. Getoond worden de effectieve trillingssterkten ( $V_{eff,max}$ ), gerangschikt op aflopende trillingssterkte in Z-richting (verticaal) van meetpunt 1.

**tabel 3: trillingssterkten  $V_{eff,max}$  (top-15), meetlijn + Mp6**

| Top-15    |               |              | Mp1 (25 m)      |      |                 | Mp2 (50 m) |      |      | Mp3 (75 m) |      |      | Mp6 (52 m) |      |      |
|-----------|---------------|--------------|-----------------|------|-----------------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|
| Nr        | Treintype     | datum + tijd | X <sub>1j</sub> | Y    | Z <sub>2j</sub> | X          | Y    | Z    | X          | Y    | Z    | X          | Y    | Z    |
| 1         | Reiziger      | 18 feb 01:12 | 0,14            | 0,13 | 0,18            | 0,10       | 0,10 | 0,12 | 0,10       | 0,09 | 0,10 | 0,11       | 0,10 | 0,13 |
| 2         | Reiziger (2x) | 20 feb 09:31 | 0,13            | 0,11 | 0,18            | 0,10       | 0,10 | 0,10 | 0,09       | 0,10 | 0,09 | 0,09       | 0,10 | 0,10 |
| 3         | Goederen      | 16 feb 05:46 | 0,13            | 0,11 | 0,17            | 0,10       | 0,09 | 0,11 | 0,10       | 0,10 | 0,09 | 0,09       | 0,10 | 0,10 |
| 4         | Reiziger      | 16 feb 17:59 | 0,15            | 0,12 | 0,17            | 0,09       | 0,09 | 0,12 | 0,09       | 0,08 | 0,09 | 0,08       | 0,08 | 0,10 |
| 5         | Goederen      | 20 feb 05:40 | 0,13            | 0,11 | 0,17            | 0,10       | 0,09 | 0,10 | 0,10       | 0,10 | 0,08 | 0,10       | 0,10 | 0,11 |
| 6         | Reiziger      | 17 feb 13:19 | 0,10            | 0,08 | 0,16            | 0,08       | 0,07 | 0,09 | 0,05       | 0,05 | 0,06 | 0,08       | 0,07 | 0,07 |
| 7         | Reiziger      | 20 feb 00:29 | 0,12            | 0,10 | 0,16            | 0,07       | 0,07 | 0,10 | 0,07       | 0,07 | 0,05 | 0,06       | 0,07 | 0,10 |
| 8         | Reiziger      | 16 feb 10:59 | 0,12            | 0,10 | 0,15            | 0,08       | 0,08 | 0,12 | 0,09       | 0,08 | 0,09 | 0,07       | 0,07 | 0,10 |
| 9         | Reiziger (2x) | 17 feb 09:01 | 0,12            | 0,12 | 0,15            | 0,10       | 0,10 | 0,11 | 0,09       | 0,10 | 0,08 | 0,10       | 0,10 | 0,10 |
| 10        | Reiziger      | 17 feb 12:01 | 0,11            | 0,15 | 0,15            | 0,08       | 0,09 | 0,10 | 0,09       | 0,08 | 0,07 | 0,09       | 0,08 | 0,10 |
| 11        | Reiziger      | 19 feb 08:45 | 0,11            | 0,10 | 0,15            | 0,10       | 0,10 | 0,11 | 0,10       | 0,10 | 0,08 | 0,08       | 0,10 | 0,10 |
| 12        | Reiziger      | 21 feb 17:58 | 0,12            | 0,10 | 0,15            | 0,09       | 0,08 | 0,11 | 0,08       | 0,09 | 0,07 | 0,08       | 0,07 | 0,10 |
| 13        | Goederen      | 22 feb 00:20 | 0,14            | 0,10 | 0,15            | 0,10       | 0,09 | 0,10 | 0,10       | 0,10 | 0,08 | 0,10       | 0,10 | 0,12 |
| 14        | Reiziger      | 16 feb 06:30 | 0,12            | 0,14 | 0,14            | 0,10       | 0,09 | 0,11 | 0,09       | 0,08 | 0,09 | 0,10       | 0,10 | 0,10 |
| 15        | Reiziger      | 16 feb 17:00 | 0,11            | 0,11 | 0,14            | 0,06       | 0,07 | 0,10 | 0,07       | 0,06 | 0,06 | 0,08       | 0,07 | 0,10 |
| $V_{max}$ |               |              | 0,15            | 0,15 | 0,18            | 0,10       | 0,10 | 0,12 | 0,10       | 0,10 | 0,10 | 0,11       | 0,10 | 0,13 |

1) X-richting is de horizontale richting haaks op het spoor, Y is parallel aan het spoor

2) gerangschikt op Mp1, Z-richting

### Beschouwing

In tabel 3 is te zien dat de goederentreinen in de top-15 nagenoeg evenveel trillingen in de bodem opwekken als de zwaarste reizigerstreinen. De waargenomen goederentreinen zijn dan ook relatief kort en licht. Veel van de reizigerstreinen in de top-15 reden op het oostelijk spoor dat het verst van de plannen afligt. Passage nummer 2 uit tabel 3 wekt relatief veel trillingen op omdat er twee treinen van het type VIRM elkaar kruisen, precies ter hoogte van de campings. Dit is ook het geval met passage 9.

Treinen wekken op het eerste meetpunt geen trillingssterkten ( $V_{max}$ ) op hoger dan 0,18. Op Mp2 gaan de trillingen al richting de voelbaarheidsgrens van 0,1. Het verschil tussen Mp2 en Mp3 is klein, de afstandsverzwakking tussen 50 en 75 meter afstand tot het spoor is gering.

Uit de meetresultaten blijkt dat de meetrichtingen qua trilniveau elkaar niet veel ontlopen, maar dat de verticale trillingen bijna altijd maatgevend zijn.

Mp6 ligt 60 m zuidelijker en even ver vanaf het spoor als Mp2. De trilniveaus tussen deze beide meetpunten zijn vergelijkbaar. Er is dus geen significant verschil in trilniveaus over de noord-zuid verdeling van deze bouwplannen.

Tijdens de verwerking van de meetresultaten is ook gebleken dat vrachtwagens hogere trilniveaus geven op Mp1 dan de treinen.

### 5.1 Overdrachtsmeting

De overdracht van bodem naar fundatie van gebouw is gemeten aan de woning Westerweg 375 en aan een bungalow op Parc Westerhoeve (object 2 in figuur 1). De overdracht is bepaald van Mp4 naar Mp5 (woning) en van Mp6 naar Mp7 (bungalow). De meting van Mp6 naar Mp7 is gebruikt ter controle van de overdracht van de vrijstaande woning. Daarnaast geeft Mp7 ook een directe indicatie van het trilniveau op de bungalowvloer.

De overdracht is bepaald over zes treinen en daarvan is een gemiddelde genomen. De resulterende overdracht is vooral betrouwbaar in de frequentiebanden waar treinen veel trillingsenergie opwekken. Daarbuiten zijn ze gecorrigeerd op basis van het gangbare verloop van dit soort overdrachtscurven en verder is de overdracht enigszins gematigd toegepast in de prognoses voor de te bouwen woningen, om zeker te zijn dat de prognoses geen te lage verwachtingswaarden opleveren. De toegepaste overdrachtsverzwakking is te vinden in de prognosebladen in bijlage 2.

## 6. Prognose

### 6.1 Methode

Voor een prognose van de te verwachten trillingssterkten in toekomstige bebouwing is een empirisch rekenmodel opgezet. Voor de overdracht van bodem naar gebouw is gebruikgemaakt van door TNO ontwikkelde overdrachtsfuncties, aangevuld met door DGMR verzamelde meetdata.

### 6.2 Grondgebonden woningen

Qua trilgedrag van vloeren wordt gerekend met een karakteristiek waarbij de maximale trillingsversterking optreedt rond de laagste buig-eigenfrequentie van de vloer. Bij een vrij overspannende vloer ligt de vloerversterking vaak in de orde van een factor 1 tot 3 (tot 10 dB). Dit is afhankelijk van het gekozen vloertype en het al of niet samenvallen van vloereigenfrequenties met dominante frequenties in het treinspectrum. Voor bebouwing nabij het spoor is het van belang om de vloerkeuze daarop af te stemmen. Bij een betonvloer met een laagste buig-eigenfrequentie van 16 Hz is de versterking meestal ruim lager dan een factor 2. In de prognose wordt rekening gehouden met deze stijfheidseigenschappen.

### 6.3 Bestaande bungalows

De drie bestaande bungalows die een permanente woonfunctie krijgen worden constructief niet gewijzigd. De fundering van deze bungalows bestaat uit een betonplaat (ca. 25 à 30 cm dik) en dit is ook meteen de vloer. Uit de meetresultaten aan de gevel net boven de betonplaat (Mp7) blijkt dat de trilniveaus in horizontale richting ongeveer een factor 1,5 lager liggen dan op het bodemmeetpunt (Mp6) vlak voor de bungalow. In verticale richting zijn de trilniveaus vergelijkbaar. Bij een volledig door de bodem gedragen betonplaat, al dan niet geïsoleerd aan de onderzijde, is er geen sprake van een substantiële trillingsversterking naar het vloermidden zoals bij een vrij overspannende vloer. Verschillen in trilniveaus zullen over het oppervlak van de plaat beperkt zijn. Op het gevelmeetpunt (fundatiemeetpunt) Mp7 is een hoogst effectieve trillingssterkte  $V_{\max}$  gemeten van 0,19 (mm/s) tijdens passage van een reizigerstrein op het oostelijke spoor. Daarbij wordt opgemerkt dat er zeer veel reizigerstreinen rijden en dat dit waarschijnlijk een exemplaar betrof met een wieldefect. Verwacht wordt dat op de vloer trillingssterkten tot maximaal 0,25 kunnen voorkomen en volgens de toetsingsregels (afronding op één decimaal) voldoet dit aan de streefwaarde A2 van de SBR-B. De prognose gaat daarom verder alleen over de nieuw te bouwen woningen.

## 7. Resultaten prognose

### 7.1 Voorgenomen bouwwijze

In bijlage 2 zijn de prognoseberekningen opgenomen voor grondgebonden woningen (laagbouw) in het geval deze worden gefundeerd op staal en in het geval van funderingspalen. De prognoses zijn gegeven voor afstanden van 25 tot 100 meter van het spoor, wat ongeveer overeenkomt met het te bebouwen deel van de kavels.

De prognoses zijn opgesteld voor de qua trillingsopwekking maatgevende treinen. De trilniveaus van goederentreinen en reizigerstreinen zijn qua trilniveau zeer vergelijkbaar, wat opmerkelijk is want goederentreinen wekken doorgaans meer trillingen op dan reizigerstreinen. Reden hiervoor is dat het hier om relatief korte goederentreinen gaat en dat er onder de reizigerstreinen enkele exemplaren reden met kennelijke wieldefecten. Uit de populatie treinen is de qua trillingen maatgevende passage geselecteerd waarop de prognose is gebaseerd. Voor de  $V_{per}$  berekening (gemiddelde trillingssterkte) is de verdelingsfunctie van de  $V_{max}$  gebruikt, zoals gemeten op het eerste bodemmeetpunt. Hierdoor wordt qua trillingssterkte gerekend met een reële mix van treinen.

In tabel 4 zijn de verwachte trillingssterkten  $V_{max}$  en  $V_{per}$  weergegeven, voor de voorgenomen bebouwing. Voor de maatgevende Z-richting is het prognoseblad opgenomen in bijlage 2.

**tabel 4: trillingsprognose ( $V_{max}/V_{per}$ ) nieuwbouw**

| Gebouwtype                | Bouwlagen | Richting     | Trillingssterkte $V_{max}$ ( $V_{per}$ ) |           |           |           |
|---------------------------|-----------|--------------|------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                           |           |              | 25 m                                     | 50 m      | 75 m      | 100 m     |
| Laagbouw                  | 2-3       | Horizontaal* | 0,10 (--)                                | 0,07 (--) | 0,05 (--) | 0,04 (--) |
| O.b.v. gemeten overdracht |           | Verticaal    | 0,24 (0,01)                              | 0,18 (--) | 0,13 (--) | 0,10 (--) |

\* bandbreedte laagste - hoogste bouwlaag

### Beschouwing

In tabel 4 is te zien dat meerlaagse bebouwing op meer dan 25 meter afstand tot het spoor voldoet aan de streefwaarden uit de SBR-B. Dit onder voorwaarde dat er relatief stijve woningvloeren worden toegepast met een laagste buig-eigenfrequentie van 16 Hz. Deze voorwaarde kan vervallen bij een afstand van 50 m of meer.

Bij zeer lichte bebouwing, zoals de eenlaagse bungalows, zie paragraaf 6.3, is de minimumafstand groter. Daarvoor geldt een minimumafstand van 45 meter. In het geval deze worden uitgevoerd met een vrij overspannende vloer dan is eveneens een minimum buig-eigenfrequentie van 16 Hz aan te houden, waarbij deze randvoorwaarde weer kan vervallen bij een afstand van 75 m of meer.

De gemiddelde trillingssterkte  $V_{per}$  voldoet op alle voorgenomen afstanden aan de daarvoor geldende streefwaarde (A3) uit de richtlijn, omdat het aantal treinen dat voelbare trillingen opwekt zeer gering is.

## 8. Conclusie

Uit de trillingsmetingen blijkt dat goederentreinen en enkele van de vele reizigerstreinen voor de grootste trillingsbelasting zorgen voor Duinzicht en Parc Westerhoeve. De prognose gemaakt op basis van deze metingen laat zien dat trillingen van treinen geen belemmering vormen voor het realiseren van nieuwe woningen en het veranderen van de gebruiksfunctie van de drie bestaande bungalows tot een permanente woonfunctie.

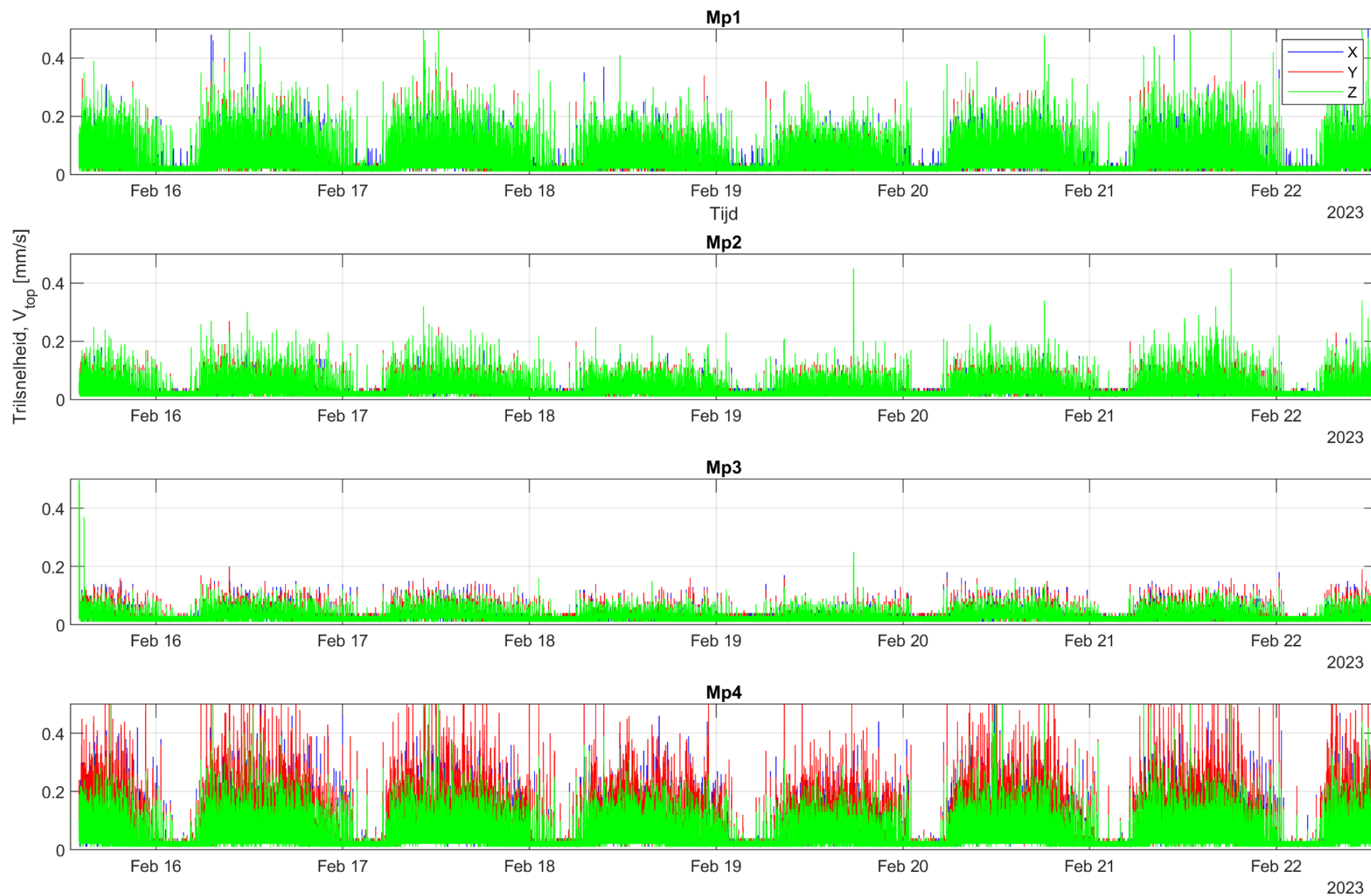
Voor nieuwe woningen binnen 50 m van het spoor is het wel van belang dat de vloeren worden uitgevoerd in beton en een buig-eigenfrequentie hebben hoger dan ongeveer 16 Hz.

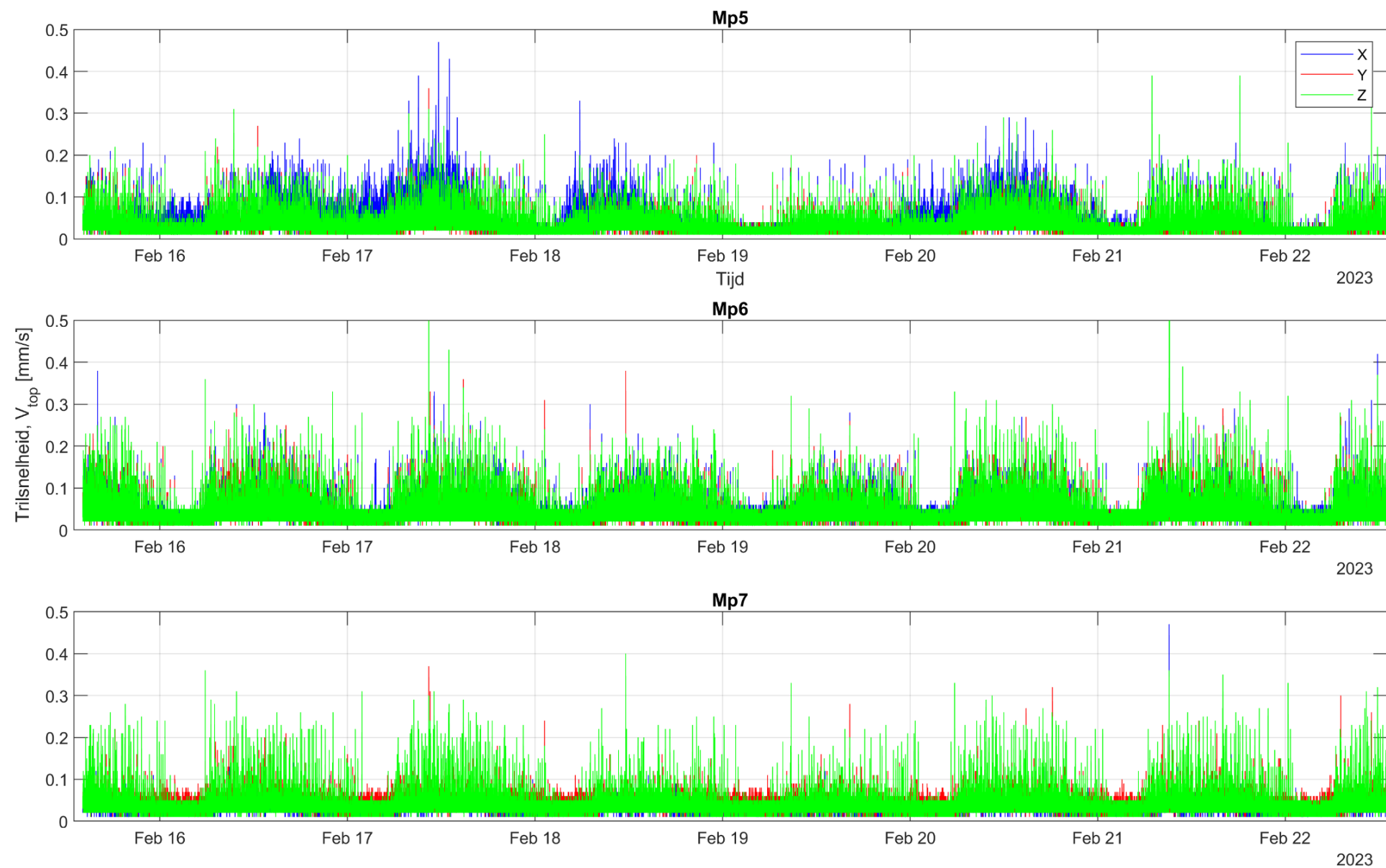
Voor de te bouwen woning op camping Duinzicht (object 1 in figuur 1), op de hoek van de Westerweg met de Kwekerij, is het daar aanwezige verkeersplateau een aandachtspunt. Nagegaan moet worden of deze in combinatie met zwaar wegverkeer niet tot trillingshinder zal leiden.

ing. A.W.N. (Antwan) van Haaren  
DGMR Bouw B.V.

## Bijlage 1

| Titel | Trillingsregistraties $V_{\text{top}}$ |
|-------|----------------------------------------|
|-------|----------------------------------------|





## Bijlage 2

Titel

Trillingsprognose

|                           |                            |                   |                                     |                       |      |                             |
|---------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------|------|-----------------------------|
| project                   | Visser en van Dam - Heiloo | bronspectrum      | 21/2 17:58 reizigerstrein           | voelbare passages p/u | 4    | (voelbaar $V_{eff} > 0,1$ ) |
| gebouwtype                | Grondgebonden woning       | vormfactor $C_F$  | 0,57 (verhouding $v_{ms}/v_{lso}$ ) | peiljaar              | 2023 |                             |
| gebouwafstand (tot spoor) | 25 m                       | referentieafstand | 25 m                                | rijsnelheid           | 120  | km/u                        |
|                           |                            |                   |                                     | referentie snelheid   | 120  | km/u                        |

[illegible]

|                         |                                                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |                  |      |      |
|-------------------------|------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|------|------|
| Stijf punt fundatie     | gebouwtype: User defined 3 overdracht Heiloo, laagbouw (V) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |                  |      |      |
| H <sub>v,1</sub> [dB]   | 0,0                                                        | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -2,0 | -6,0 | -10,0 | -11,0 | -12,0 | -12,0 | -11,0 | -10,0 | -4,2             | -7,0 |      |
| L <sub>v</sub> [dB]     | 73                                                         | 74   | 74   | 64   | 67   | 62   | 73   | 82   | 78   | 76   | 98   | 100  | 93   | 77    | 84    | 82    | 75    | 70    | 76    | 68               | 62   | 103  |
| v <sub>rms</sub> [mm/s] | 0,00                                                       | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,10 | 0,05 | 0,01  | 0,02  | 0,01  | 0,01  | 0,00  | 0,01  | 0,00             | 0,00 | 0,14 |
|                         |                                                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       | v <sub>top</sub> | 0,24 |      |

| Begane grond            | vloertype: vloertype 3 (f <sub>0</sub> = 10-20 Hz) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                  |      |
|-------------------------|----------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|------|
| H <sub>v,vloer</sub>    | 0,0                                                | 0,1  | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,7  | 1,0  | 1,4  | 2,3  | 3,8  | 6,1  | 7,4  | 7,1  | 6,5  | 6,0  | 5,4  | 4,7  | 3,8  | 3,0  | 2,1              |      |
| L <sub>v</sub> [dB]     | 73                                                 | 74   | 74   | 65   | 68   | 62   | 74   | 83   | 80   | 78   | 101  | 106  | 101  | 84   | 91   | 88   | 80   | 75   | 80   | 71   | 64               | 108  |
| V <sub>rms</sub> [mm/s] | 0,00                                               | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,12 | 0,20 | 0,11 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00             | 0,26 |
|                         |                                                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | V <sub>top</sub> | 0,46 |

| Begane grond                | gebouwtype: |       |       |      |      |      |      |      |      |      | User defined 3 |      |      |      |      |      |      |      |      |                    | overdracht Heiloo, laagbouw (V) |     |             |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------|-------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|---------------------------------|-----|-------------|--|--|--|--|--|--|--|
| SBR-weging                  | -15,1       | -13,2 | -11,2 | -9,5 | -7,8 | -6,1 | -4,7 | -3,5 | -2,5 | -1,7 | -1,2           | -0,8 | -0,5 | -0,3 | -0,2 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,0  | 0,0                | 0,0                             | 0,0 |             |  |  |  |  |  |  |  |
| L <sub>v</sub> [dB]         | 58          | 60    | 63    | 55   | 60   | 56   | 69   | 80   | 77   | 77   | 100            | 105  | 100  | 84   | 90   | 88   | 80   | 75   | 80   | 71                 | 64                              |     | 108         |  |  |  |  |  |  |  |
| V <sub>eff,max</sub> [mm/s] | 0,00        | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,10           | 0,19 | 0,10 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00               | 0,00                            |     | <b>0,24</b> |  |  |  |  |  |  |  |
|                             |             |       |       |      |      |      |      |      |      |      |                |      |      |      |      |      |      |      |      | V <sub>per</sub> * |                                 |     |             |  |  |  |  |  |  |  |

|                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |             |             |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|-------------|
| $L_v$ [dB]           | 58   | 60   | 63   | 55   | 60   | 56   | 69   | 80   | 77   | 77   | 100  | 105  | 100  | 84   | 90   | 88   | 80   | 75   | 80   | 71   | 64          | 108         |
| $v_{eff,max}$ [mm/s] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,10 | 0,19 | 0,10 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00        | <b>0,24</b> |
|                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | $V_{per}^*$ | 0,006       |

|                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |             |             |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|-------------|
| $L_v$ [dB]           | 58   | 60   | 63   | 55   | 60   | 56   | 69   | 80   | 77   | 77   | 100  | 105  | 100  | 84   | 90   | 88   | 80   | 75   | 80   | 71   | 64          | 108         |
| $v_{eff,max}$ [mm/s] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,10 | 0,19 | 0,10 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00        | <b>0,24</b> |
|                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | $v_{per}^*$ | 0,006       |