



## **Geprojecteerde woningbouw Keerkring 5 te Amersfoort**

*Trillingen ten gevolge van railverkeer*



## **Geprojecteerde woningbouw Keerkring 5 te Amersfoort**

*Trillingen ten gevolge van railverkeer*

opdrachtgever Vastbouw Vastgoedontwikkeling BV  
rapportnummer O 15602-1-RA-001  
datum 29 juni 2015  
referentie KvdN/DVI/DSm/O 15602-1-RA-001  
verantwoordelijke ir. K.V. van der Nat  
opsteller D.M. Vlieger  
+31 79 3470315  
d.vlieger@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 79 347 03 47, info@peutz.nl, www.peutz.nl  
opdrachten volgens 'De nieuwe regeling 2011' (DNR 2011) ingeschreven kvk onder nummer 12028033  
lid NL-ingenieurs, iso-9001:2008 gecertificeerd

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon – sevilla

## Inhoudsopgave

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Inleiding</b>                          | <b>4</b>  |
| <b>2 Uitgangspunten</b>                     | <b>6</b>  |
| 2.1 Situering                               | 6         |
| 2.2 Streefwaarden trillingniveaus           | 7         |
| <b>3 Metingen en berekeningen</b>           | <b>8</b>  |
| 3.1 Meetmethode en meetinstrumenten         | 8         |
| 3.2 Meetposities                            | 8         |
| 3.3 Resultaten van metingen en berekeningen | 9         |
| <b>4 Beoordeling en conclusie</b>           | <b>11</b> |

## 1 Inleiding

In opdracht van Vastbouw Vastgoedontwikkeling BV is een onderzoek uitgevoerd naar de optredende trillingniveaus ten gevolge van railverkeer ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie aan de Keerkring 5 te Amersfoort. De woningbouw wordt gerealiseerd op het terrein van de voormalige kweekschool. In figuur 2.1 is de ligging van het terrein ten opzichte van de omgeving weergegeven.

De geprojecteerde woningbouwlocatie is gelegen ten noordwesten van de spoorbaan Amersfoort – Apeldoorn/Amersfoort – Harderwijk. De afstand van het dichtstbijgelegen spoor tot meetpositie 1 bedraagt circa 30 m. Dit is tevens de bebouwingslijn die zal worden aangehouden voor de te realiseren woningbouw. Op het spoortraject rijden zowel reizigers- als goederentreinen. Doel van het onderzoek is om de optredende trillingniveaus in de huidige situatie te bepalen. Op basis van deze metingen kunnen adviezen gegeven worden om de trillingniveaus in de geprojecteerde woningen te beperken. Hierbij zullen de streefwaarden van de Richtlijn B “Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn” van de Stichting Bouwresearch (SBR richtlijn-B) worden toegepast.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat op positie 1 (30 m vanaf de hartlijn van het dichtstbij gelegen spoor) de waarde van  $V_{max}$  in z-richting (verticaal) 0,21 bedraagt. Op positie 2 (60 m vanaf de hartlijn van het dichtstbij gelegen spoor) bedraagt deze waarde van  $V_{max}$  0,09. Beide trillingsterkten worden veroorzaakt door passerende treinen op het dichtstbijgelegen spoor op relatief hoge snelheid<sup>1</sup>. Bij ongedempte overdracht van de trillingen wordt niet voldaan aan de streefwaarden  $A_1$  en  $A_2$  voor woningen in de nachtperiode conform SBR richtlijn B. Dit houdt in dat de kans op hinder ten gevolge van voelbare trillingen aanwezig is.

Uit de vergelijking van de optredende trillingniveaus op positie 1 en 2 blijkt dat de optredende trillingen op 60 m afstand van het spoor een factor 2 tot 3 lager zijn dan de trillingen op 30 m van het spoor.

Ter reductie van de trillingen in de op korte afstand van het spoor geplande woningen zijn in beginsel de volgende oplossingsrichtingen te kiezen:

- Toepassing van een trillingisolerende (rubberen) opleglaag tussen de fundering en de vloeren. Deze trillingisolerende laag dient zodanig te worden gedimensioneerd dat voldoende reductie wordt gerealiseerd bij de maatgevende frequenties en mogelijke opslingering van trillingen bij andere, thans niet maatgevende, frequenties wordt vermeden. Hierbij dient tevens een voldoende lage afveerfrequentie te worden gerealiseerd in horizontale richting. Vanwege te lage stijfheid in het horizontale vlak kan bij lagere frequenties (tot 10 Hz) namelijk opslingering van trillingen in de horizontale richtingen optreden.
- Verhoging van de massa van de vloeren van de geprojecteerde woningen.

<sup>1</sup> Passerende goederentreinen hebben weliswaar een grotere massa dan de reizigerstreinen, vanwege de hogere snelheid van de meeste reizigerstreinen zijn laatstgenoemden echter maatgevend voor de trillingniveaus gebleken.



Om de mate van reductie van trillingniveaus met bepaalde maatregelen te bepalen is nader onderzoek ten tijde van de constructieve ontwerpfase van het project gewenst. Effecten van de (verhoogde) massa van vloerdelen en demping of opslinging door de interactie van verschillende constructiedelen (fundering, muur- en vloervelden), alsook de frequenties waarbij opslinging danwel demping is te verwachten, kunnen door berekeningen met een Eindige Elementen model worden bepaald.

Voor de huidige planfase is het toereikend om zekerheid te hebben dat de trillingsterkten in de geplande woningen tot acceptabele niveaus kunnen worden gereduceerd.

## 2 Uitgangspunten

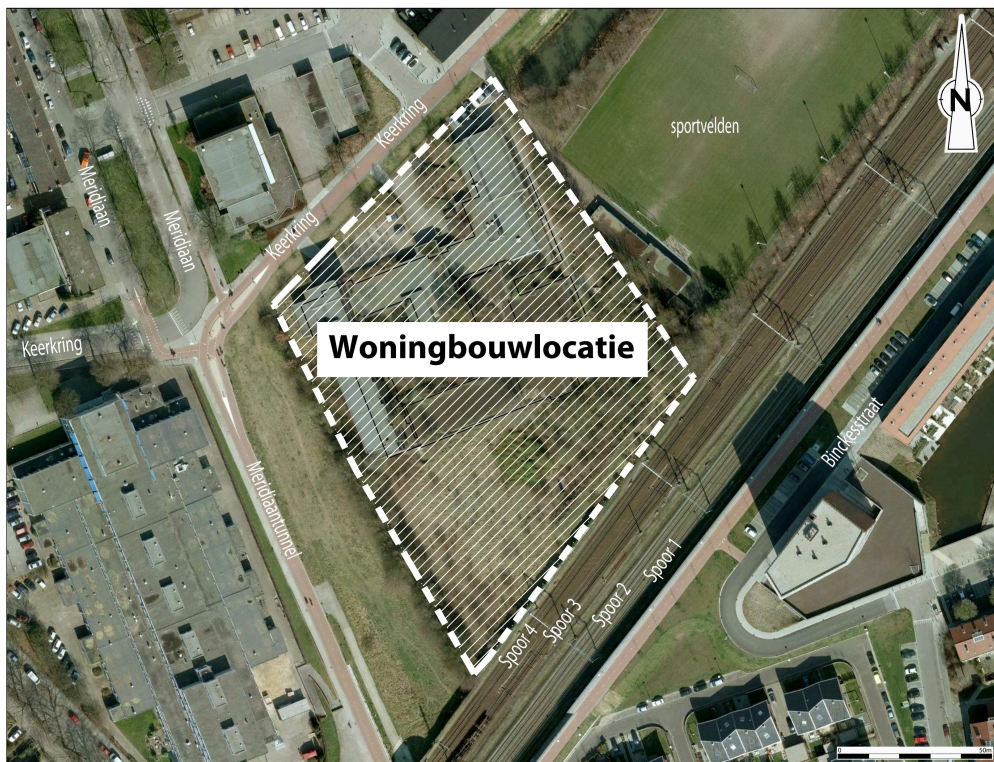
### 2.1 Situering

In figuur 2.1 is de ligging van de geprojecteerde woningbouwlocatie ten opzichte van de omgeving weergegeven. In figuur 1 in bijlage 1 zijn de begrenzing van de geprojecteerde woningbouwlocatie en de meetposities weergegeven.

De geprojecteerde woningbouwlocatie is gelegen langs het deel van railtraject Amersfoort - Apeldoorn/Amersfoort – Harderwijk. Ter plaatse is sprake van 4 sporen. Het station van Amersfoort is gelegen op circa 1,5 km afstand van de woningbouwlocatie. Ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie aan de Keerkring zijn de vier sporen gelegen op een talud. De hoogte van het talud is circa 1,5 m hoger dan het maaiveld ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie.

De meetpositie 1 (30 m grens) is gesitueerd op circa 30 m afstand van het dichtstbijgelegen spoor. De afstand van deze meetpositie tot de overige drie sporen bedraagt respectievelijk circa 35 m, 45 m en 50 m.

f2.1 Ligging geprojecteerde woningbouwlocatie aan de Keerkring 5 te Amersfoort in de omgeving (bron: Google Earth)



## 2.2 Streefwaarden trillingniveaus

De trillingsnelheden vanwege het railverkeer ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie worden getoetst aan de streefwaarden uit de Richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" uit augustus 2002 van de Stichting Bouwresearch (SBR richtlijn B).

Conform SBR richtlijn B worden voor nieuwe situaties en bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd, waarvan in deze situatie sprake is, de in tabel 2.1 weergegeven streefwaarden gehanteerd.

t2.1 Overzicht streefwaarden conform de Richtlijn SBR-B voor de gebouwfunctie wonen in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd

| Periode                          | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Dagperiode (07.00 – 19.00 uur)   | 0,1            | 0,4            | 0,05           |
| Avondperiode (19.00 – 23.00 uur) | 0,1            | 0,4            | 0,05           |
| Nachtperiode (23.00 – 07.00 uur) | 0,1            | 0,2            | 0,05           |

De optredende trillingniveaus voldoen aan de streefwaarden indien voldaan wordt aan één van onderstaande twee voorwaarden:

- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ( $V_{max}$ ) is kleiner dan  $A_1$ ;
- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ( $V_{max}$ ) is kleiner dan  $A_2$  waarbij de trillingsterkte over de beoordelingsperiode in deze ruimte ( $V_{per}$ ) kleiner is dan  $A_3$ .

Omdat treinenpassages zowel in de dag-, avond- als nachtperiode plaatsvinden zijn de streefwaarden voor de nachtperiode maatgevend voor de beoordeling. Bovengenoemde streefwaarden zijn overigens geen wettelijke grenswaarden. Wel worden de SBR richtlijnen in de jurisprudentie gehanteerd ter bepaling van de beoordelingscriteria.

Recentelijk is het RIVM rapport 2014-0096: 'Wonen langs het spoor - gezondheidseffecten trillingen van treinen', 23 februari 2015 verschenen. In dit rapport wordt geconcludeerd dat in bestaande situaties sprake is van (ernstige) hinder en slaapverstoring bij een significant aandeel van de bevolking die woonachtig is binnen 300 m van het spoor. In het algemeen worden in bestaande situaties de streefwaarden uit tabel 2.1 (significant) overschreden. In het RIVM rapport worden geen concrete streef- of grenswaarden voorgesteld.

Om hinder en slaapverstoring te voorkomen is het gewenst om  $V_{max}$  niet hoger dan 0,1 uit te laten komen. Bij een  $V_{max}$  die niet hoger is dan 0,1 worden trillingen in het algemeen namelijk niet als voelbaar ervaren.

## 3 Metingen en berekeningen

### 3.1 Meetmethode en meetinstrumenten

De trillingmetingen zijn uitgevoerd conform de Richtlijn SBR-B.

De trillingmetingen zijn uitgevoerd met behulp van de volgende instrumenten:

- Trillingrecorder, fabricaat SYSCOM, type MR2002-CE;
- Trillingopnemer, fabricaat SYSCOM, type MS2003+.

De metingen zijn geanalyseerd met behulp van: Analyse programma VIEW2002 door Ziegler Consultants.

De trillingopnemer is een triaxiale snelheidssensor en heeft een frequentiebereik van 1 tot 315 Hz. De ondergrens van het meetbereik is 70 nm/s (in het tijddomein), de bovengrens is 114,3 mm/s. Het betreft hier piekwaarden van de trillingsnelheid.

### 3.2 Meetposities

In figuur 1 in bijlage 1 is de locatie van de meetposities weergegeven. Er is gemeten op twee posities op het terrein van de geprojecteerde bouwlocatie. Positie 1 is gelegen buiten op het achterterrein van de voormalige kweekschool op circa 30 m afstand vanaf de hartlijn van het dichtstbijgelegen spoor. Positie 2 is tevens gelegen op het achterterrein op circa 60 m afstand vanaf de hartlijn van het dichtstbijgelegen spoor (zie ook figuur 3.1).

f3.1 Meetposities 1 en 2 (linker respectievelijk rechter foto)



De triaxiale sensoren waren opgesteld in de richting zoals weergegeven in figuur 1 bijlage 1, waarbij de sensor op een grondpin was geplaatst. De ondergrond waarop is gemeten is sterk zandige klei. De meetopstelling is, in combinatie met de op het terrein aangetroffen ondergrond, gevoelig voor opslingering in de horizontale richtingen.



Uit de meetresultaten blijkt dat de trillingniveaus in x- en y-richting inderdaad beduidend hoger liggen dan in z-richting.

De geprojecteerde woonbebouwing zal echter in horizontale richting vele malen stijver zijn dan gemiddelde overdracht via de bodem. Trillingen in x- en y-richting zijn voor de hinderbeleving in gebouwen daarom minder relevant. De trillingen in horizontale richting zijn daarom kwantitatief verder buiten beschouwing gelaten.

### 3.3 Resultaten van metingen en berekeningen

De trillingmetingen zijn verricht op dinsdag 26 mei 2015 tussen circa 09.30 uur en 15.00 uur. In deze periode vonden 6 passages van goederentreinen en circa 167 passages van reizigerstreinen (doorgaande en stoptreinen) plaats.

De resultaten van de trillingmetingen zijn voor een aantal representatieve passages in tabel 3.1 weergegeven. Het betreft de maximale effectieve trillingsnelheid  $v_{\text{eff,max}}$ . Hierbij wordt de gemeten trillingsnelheid frequentieafhankelijk gewogen volgens de weegfunctie die is opgenomen in de SBR richtlijn B. De weegfunctie is bedoeld om frequenties waarbij het menselijk waarnemingsvermogen is verminderd ook minder in de beoordeling te betrekken. De dimensieloze effectieve waarde  $v_{\text{eff,max}}$  is per passage bepaald voor de verticale richting 'z'.

In tabel 3.1 zijn van de reizigerstreinen alleen de hoogste gemeten waarden vermeld. Dit betreft met name de treinen op de sporen 3 en 4. De sporen 1 en 2 liggen verder weg dan de sporen 3 en 4, waardoor de optredende trillingniveaus lager zijn dan de gemeten waarden van de reizigerstreinen op de sporen 3 en 4. De gemeten waarde van  $v_{\text{eff,max}}$  voor de reizigerstreinen op de sporen 3 en 4 bedraagt ten hoogste 0,20 op positie 1 en 0,08 op positie 2.

Per positie zijn de maximale waarden van  $v_{\text{eff,max}}$  van alle passages voor goederentreinen en reizigerstreinen (doorgaande en stoptreinen) bepaald. Hierbij is op de 15 hoogst gemeten waarden de statistische verwerking toegepast van paragraaf 9.6 van de SBR richtlijn B. In bijlage 2 is deze berekening opgenomen. Uit de statistische verwerking volgt een maximale trillingssterkte ( $V_{\text{max}}$ ) voor meetpositie 1 van 0,21, voor meetpositie 2 bedraagt deze 0,09.

t3.1 Gemeten maximale waarden van de trillingsterkte  $v_{eff,max}$  per positie en per categorie treinen

| Tijd                    | Omschrijving  | Spoor | $v_{eff,max}$ (dimensieloos) |                  |
|-------------------------|---|-------|------------------------------|------------------|
|                         |   |       | Positie 1 (30 m)             | Positie 2 (60 m) |
|                         |   |       | z                            | z                |
| <b>Goederentreinen</b>  |   |       |                              |                  |
| 09:49                   | Locomotief + 20 wagens                                | 4     | 0,10                         | 0,04             |
| 11:30                   | Locomotief + 30 wagens                                | 1     | 0,08                         | 0,03             |
| 11:47                   | Locomotief + 5 wagens                                 | 1     | 0,06                         | 0,06             |
| 11:49                   | Locomotief + 32 wagens                                | 4     | 0,07                         | 0,03             |
| 12:41                   | Locomotief + 30 wagens + SGM, 2x3 wagens              | 1+4   | 0,09                         | 0,05             |
| 14:53                   | Locomotief + 26 wagens                                | 1     | 0,07                         | 0,08             |
| <b>Reizigerstreinen</b> |   |       |                              |                  |
| 10:05                   | ICM, 2x4 wagens                                       | 3     | 0,17                         | 0,07             |
| 10:13                   | Protos, 2 wagens + DD-AR, Locomotief + 3 wagens       | 2+4   | 0,17                         | 0,07             |
| 11:00                   | Protos, 2 wagens                                      | 3     | 0,13                         | 0,05             |
| 11:06                   | ICM, 2x4 wagens                                       | 3     | 0,14                         | 0,06             |
| 11:13                   | DD-AR, Locomotief + 3 wagens                          | 4     | 0,15                         | 0,07             |
| 12:05                   | ICM, 2x3 wagens + IRM onbekend aantal wagens (max. 6) | 3+4   | 0,14                         | 0,06             |
| 12:22                   | DB, Locomotief + 9 wagens                             | 4     | 0,19                         | 0,05             |
| 13:05                   | IRM, 2x6 wagens                                       | 3     | 0,17                         | 0,08             |
| 13:32                   | Protos, 2 wagens                                      | 3     | 0,14                         | 0,06             |
| 14:05                   | IRM, 2x6 wagens                                       | 3     | 0,18                         | 0,07             |
| 14:13                   | DD-AR, Locomotief + 3 wagens                          | 4     | 0,20                         | 0,07             |
| 14:20                   | DB, Locomotief + 9 wagens                             | 4     | 0,18                         | 0,05             |
| 14:44                   | Protos, 2 wagens                                      | 3     | 0,17                         | 0,06             |

## 4 Beoordeling en conclusie

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt het volgende:

- Op positie 1 bedraagt de waarde van  $v_{\text{eff,max}}$  in de z-richting 0,10 voor goederentreinen en 0,20 voor reizigerstreinen. Op basis van de statistische verwerking van de metingen bedraagt de waarde van  $V_{\text{max}}$  0,21.
- Op positie 2 bedraagt de waarde van  $v_{\text{eff,max}}$  in de z-richting voor goederentreinen en reizigerstreinen 0,08. Op basis van de statistische verwerking van de metingen bedraagt de waarde van  $V_{\text{max}}$  0,09. Hiermee wordt voldaan aan de streefwaarde  $A_1$  uit tabel 2 van de SBR Richtlijn B.

De op het maaiveld gemeten trillingniveaus kunnen, indicatief, vertaald worden in te verwachten trillingniveaus op vloeren van de geplande woningbouw. Er is daarbij sprake van overdracht van trillingen op het maaiveld naar de fundatie van de gebouwen en van overdracht van de fundatie naar de vloeren van de gebouwen. De overdracht van het maaiveld naar de fundatie betreft in het algemeen een demping en de overdracht van fundatie naar vloeren veelal een opslinging. In bestaande literatuur (CUR-publicatie 166) is een inschatting gemaakt van overdrachtsfactoren bij heien en het intrillen van damwanden. Voor een gangbare constructie gelden de volgende overdrachtsfactoren:

- overdracht van trillingen van maaiveld naar fundatie:  $C \approx 0,7$  in verticale richting. Extra demping vindt in het algemeen plaats vanwege het samenwerkend geheel van funderingselementen en muurvelden. Over de precieze gebouwconstructies is thans echter te weinig bekend om hier een kwantitatieve uitspraak over te doen.
- overdracht van trillingen naar vloeren:  $C \approx 1,4$ .

Het totaal van beide overdrachtsfactoren leidt ertoe dat in de te realiseren gebouwen optredende trillingniveaus op begane grondniveau ordegrrootte dezelfde zijn als op maaiveld. Opslinging van trillingniveaus op hogere verdiepingen of extra demping van trillingniveaus vanwege het samenwerkend geheel van fundering en muurvelden is daarbij buiten beschouwing gelaten. Demping en/of opslinging tot een factor 2 kan niet worden uitgesloten. Op basis hiervan is op hoger gelegen vloeren van de uiteindelijk bebouwing op kortste afstand van het spoor (30 m) een trillingniveau  $V_{\text{max}}$  van ten hoogste 0,4 te verwachten. Hiermee wordt niet voldaan aan de onderste en bovenste streefwaarden  $A_1$  en  $A_2$  voor herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd voor nieuwe situaties (tabel 2 van SBR richtlijn B) voor de nachtperiode.

Op positie 2 op 60 m afstand van het spoor is uitgaande van een onnauwkeurigheidfactor 2 een waarde voor  $V_{\text{max}}$  in z-richting van ten hoogste 0,2 te verwachten. Hiermee wordt niet voldaan aan eerdergenoemde onderste streefwaarde  $A_1$  en nog juist aan de bovenste streefwaarde  $A_2$ <sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Gezien de gemeten maximale trillingniveaus op 60 m afstand is op voorhand zeker dat de trillingssterkte  $V_{\text{per}}$  over de beoordelingsperiode beneden de streefwaarde  $A_3$  (0,05) zal liggen. Op positie 2 mag derhalve getoetst worden aan de bovenste streefwaarde  $A_2$ .

Voor de geplande bebouwing op 30 m afstand van het spoor kan niet worden uitgesloten dat niet voldaan wordt aan de onderste en bovenste streefwaarde  $A_1$  en  $A_2$  voor woningen uit SBR richtlijn B. Dit houdt in dat de kans op hinder ten gevolge van voelbare trillingen aanwezig is. Uit een frequentieanalyse van de optredende trillingniveaus blijkt dat voor goederentreinen de bijdragen optreden bij frequenties tussen circa 5 en 40 Hz, voor reizigerstreinen betreft het frequenties tussen de 10 en 55 Hz (zie figuur 2 en 3 in bijlage 1). De door reizigerstreinen veroorzaakte niveaus zijn daarbij in absolute zin maatgevend. De gemeten trillingniveaus bij goederentreinpassages zijn in dit geval lager, vanwege beduidend lagere rijnsnelheden en het feit dat de meeste passages op het verst van meetpositie gelegen spoor 1 plaatsvonden.

Ter reductie van de trillingen in de op korte afstand van het spoor geplande woningen zijn in beginsel twee oplossingsrichtingen te kiezen:

1. Toepassing van een trillingisolerende (rubberen) opleglaag tussen de fundering en de vloeren. Deze trillingisolerende laag dient zodanig te worden gedimensioneerd dat voldoende reductie wordt gerealiseerd bij de maatgevende frequenties en mogelijke opslinging van trillingen bij andere, thans niet maatgevende, frequenties wordt vermeden. Hierbij dient tevens een voldoende lage afveerfrequentie te worden gerealiseerd in horizontale richting. Vanwege te lage stijfheid in het horizontale vlak kan bij lagere frequenties (tot 10 Hz) namelijk opslinging van trillingen in de horizontale richtingen optreden.
2. Verhoging van de massa van de vloeren van de geprojecteerde woningen.

De maatregelen dienen erop gericht te zijn om  $V_{\max}$  niet hoger dan de voelbaarheidsgrens van 0,1 uit te laten komen (zie paragraaf 2.2).

Om de mate van reductie van trillingniveaus met bepaalde maatregelen te bepalen is nader onderzoek ten tijde van de constructieve ontwerpfasen van het project gewenst. Effecten van de (verhoogde) massa van vloerdelen en demping of opslinging door de interactie van verschillende constructie delen (fundering, muur- en vloervelden), alsook de frequenties waarbij opslinging danwel demping is te verwachten, kunnen door berekeningen middels de Eindige Elementen Methode worden bepaald. Dergelijke berekeningen maken geen onderdeel uit van de huidige onderzoeksopdracht.

Voor de huidige planfase is het toereikend om zekerheid te hebben dat de trillingsterkten in de geplande woningen tot acceptabele niveaus kunnen worden gereduceerd.

Zoetermeer,

Dit rapport bevat 12 pagina's

Bijlage 1 bevat 1 pagina en 3 figuren.

Bijlage 2 bevat 2 pagina's.



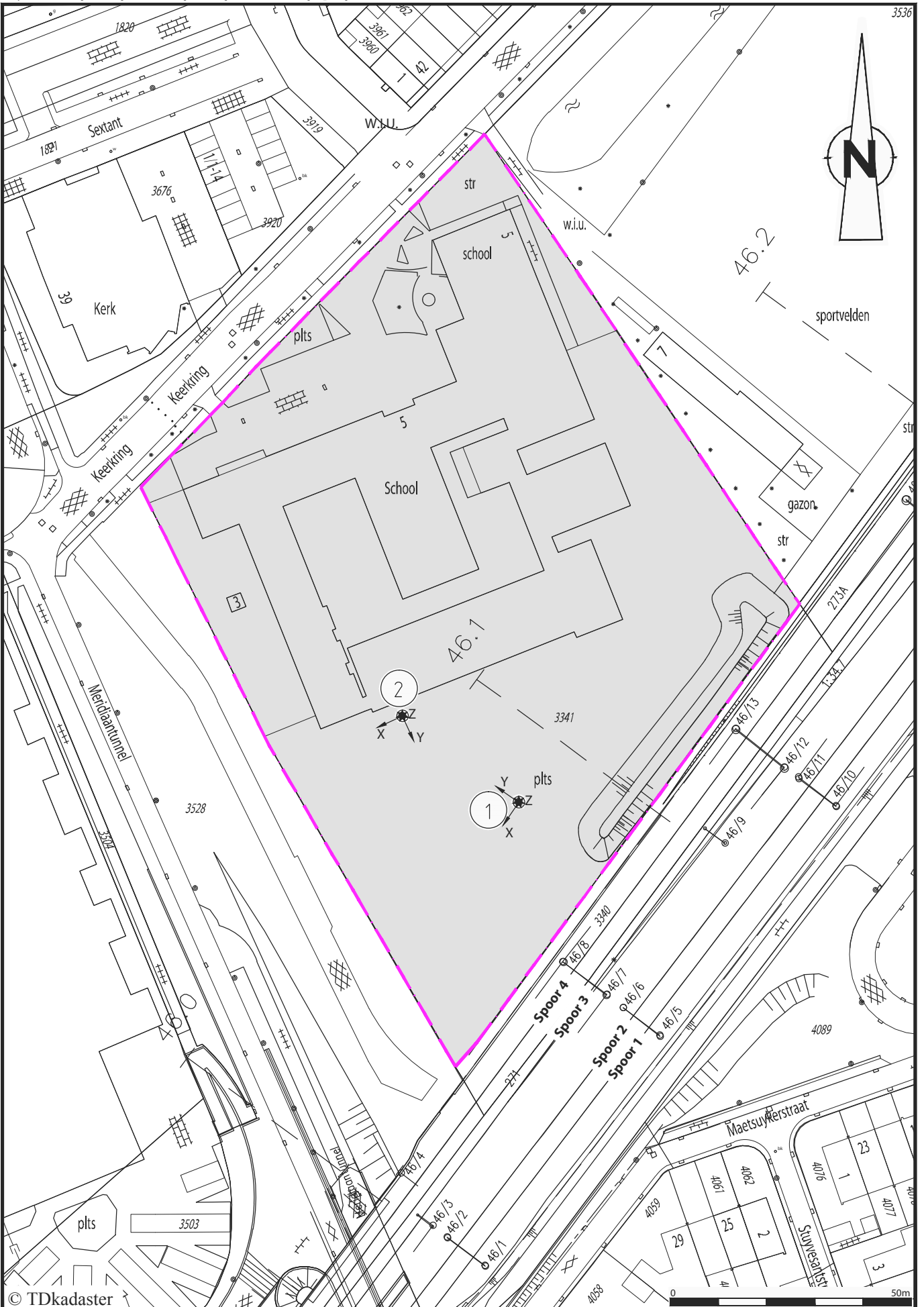


**Bijlage 1**  
**Figuren**

Situering ontwikkelingslocatie aan de Keerkring 5 te Amersfoort  
alsmede de ligging van de meetposities 1 en 2 op het terrein



Q:\Projecten\OIO 15602 Woningbouw Keerkring 5 Te Amersfoort - Trillinghinder\tekeningen\05 MEI2015\OIO 15602-1-RA Figuur 1\_WH.dwg



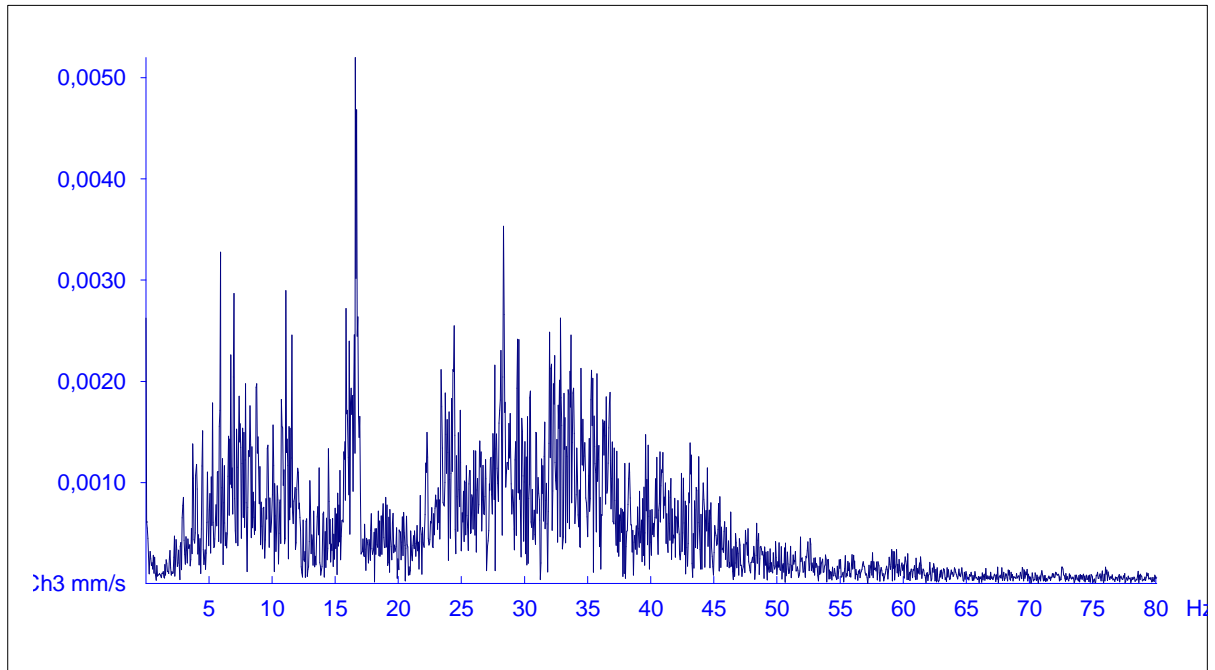
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...5602\_1705\_CF\---01042.xmr  
Station: O15602  
Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 42  
Event Date: 26-05-2015  
Start Time: 09:49:57 + 355 ms  
Range: 18,00 - 40,00 s

Freq. 3: 16,60 Hz

### Amplitude Spectrum



Spectrum van de maatgevende goederentreinpassage

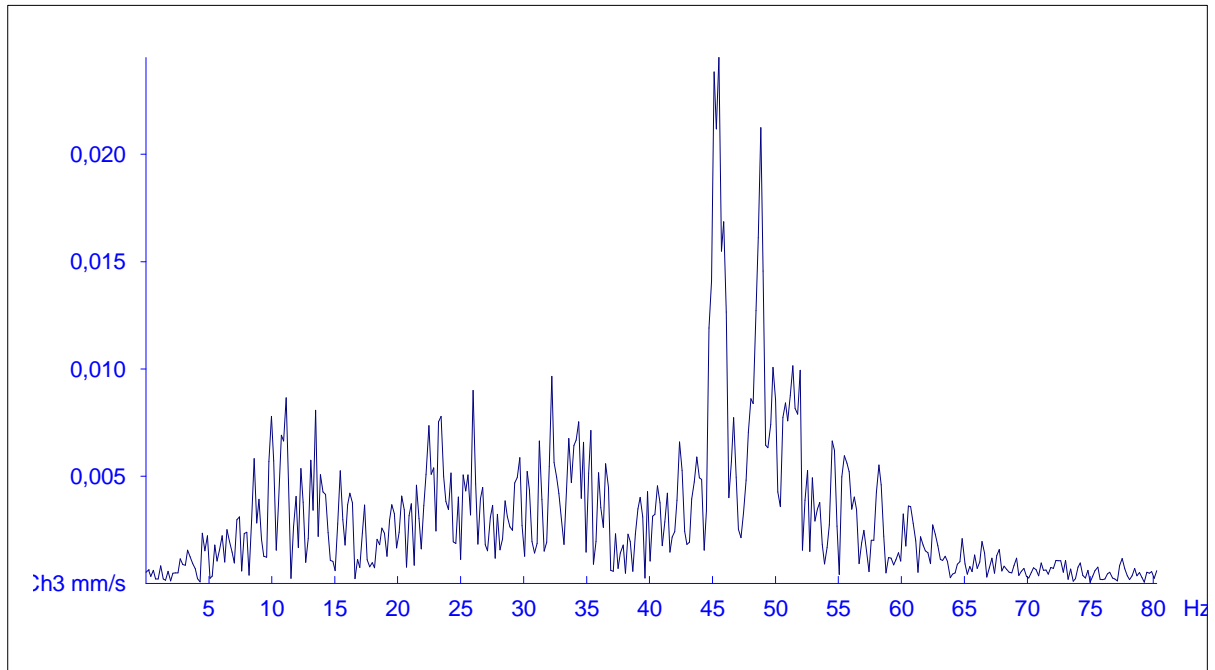
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...5602\_1705\_CF---02046.xmr  
Station: O15602  
Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 46  
Event Date: 26-05-2015  
Start Time: 14:13:12 + 55 ms  
Range: 54,70 - 60,98 s

Freq. 3: 45,51 Hz

### Amplitude Spectrum



Spectrum van de maatgevende reizigerstreinpassage





## **Bijlage 2**

### **Statistische verwerking meetdata**

Statistische verwerking meetresultaten, positie 30 m  
15 hoogste waarden

|               | KBz         |       | kwadr(z)  |
|---------------|-------------|-------|-----------|
| 1             | 0,20        |       | 0,0011834 |
| 2             | 0,19        |       | 0,0006970 |
| 3             | 0,19        |       | 0,0005018 |
| 4             | 0,18        |       | 0,0001538 |
| 5             | 0,18        |       | 0,0000884 |
| 6             | 0,17        |       | 0,0000706 |
| 7             | 0,17        |       | 0,0000548 |
| 8             | 0,17        |       | 0,0000194 |
| 9             | 0,17        |       | 0,0000194 |
| 10            | 0,15        |       | 0,0002132 |
| 11            | 0,15        |       | 0,0002434 |
| 12            | 0,14        |       | 0,0005108 |
| 13            | 0,14        |       | 0,0005570 |
| 14            | 0,14        |       | 0,0006554 |
| 15            | 0,14        |       | 0,0007618 |
| mu            | 0,166       | sigma | 0,0202301 |
| veff,max,stat | 0,205       |       |           |
| Vmax          | <b>0,21</b> |       |           |

Statistische verwerking meetresultaten, positie 60 m  
15 hoogste waarden

|               | KBz         |       | kwadr(z)  |
|---------------|-------------|-------|-----------|
| 1             | 0,086       |       | 0,0003004 |
| 2             | 0,083       |       | 0,0002054 |
| 3             | 0,077       |       | 0,0000694 |
| 4             | 0,075       |       | 0,0000401 |
| 5             | 0,073       |       | 0,0000188 |
| 6             | 0,070       |       | 0,0000018 |
| 7             | 0,068       |       | 0,0000004 |
| 8             | 0,068       |       | 0,0000004 |
| 9             | 0,067       |       | 0,0000028 |
| 10            | 0,066       |       | 0,0000071 |
| 11            | 0,061       |       | 0,0000588 |
| 12            | 0,060       |       | 0,0000751 |
| 13            | 0,059       |       | 0,0000934 |
| 14            | 0,059       |       | 0,0000934 |
| 15            | 0,058       |       | 0,0001138 |
| mu            | 0,069       | sigma | 0,0087885 |
| veff,max,stat | 0,086       |       |           |
| Vmax          | <b>0,09</b> |       |           |