

Trillingenonderzoek woningen
Noord Zuidweg te Boven-Leeuwen
Trillingonderzoek

DEFINITIEF

Opdrachtgever
Gemeente Druten
Contactpersoon
mevrouw S. Bindels
Kenmerk
R058741aa.00001.hve
Versie
03_001
Datum
14 maart 2013
Auteur
J.C. (Hans) Verduijn
J. (Jan) Keijzer

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 4 |
| 2 | Situatie | 5 |
| 2.1 | Aanleiding onderzoek | 5 |
| 2.2 | Situatie | 5 |
| 2.3 | Vrachtverkeer..... | 6 |
| 3 | Wettelijke kader | 7 |
| 3.1 | Eisen ten aanzien van toelaatbare trillingen | 7 |
| 3.2 | Richtlijn A ‘Schade aan gebouwen (door trillingen)’ | 7 |
| 3.2.1 | Indeling gebouwen in categorie | 8 |
| 3.2.2 | Resumé toelaatbare trillingen met betrekking schade | 8 |
| 3.3 | Richtlijn B ‘Hinder voor personen in gebouwen’ | 9 |
| 3.3.1 | Hinder ten gevolge van trillingen..... | 9 |
| 3.4 | Meetmethode hinder in relatie tot die van schade | 9 |
| 4 | Uitvoering onderzoek | 11 |
| 4.1 | Te onderzoeken woningen..... | 11 |
| 4.2 | Meetpunten | 11 |
| 4.2.1 | Meetpunten met betrekking tot hinder | 11 |
| 4.2.2 | Meetpunten met betrekking tot schade..... | 12 |
| 4.3 | Meetperiode | 13 |
| 5 | Meetresultaten | 14 |
| 5.1 | Bemande metingen 26 en 28 februari 2013 | 14 |
| 5.1.1 | Bespreking metingen met betrekking tot hinder | 19 |
| 5.1.2 | Bespreking metingen met betrekking tot schade..... | 20 |
| 5.2 | Berekening relatie meetpunten bodem naar woningen op afstand | 20 |
| 6 | Bespreking meetresultaten | 22 |
| 6.1 | Conclusie | 22 |
| 6.1.1 | trilling hinder..... | 22 |
| 6.1.2 | trilling schade | 22 |
| 6.2 | Aanbeveling | 22 |

Bijlagen

- Bijlage I Grafische uitvoer meetresultaten ten gevolge van hinder
- Bijlage II Grafische uitvoer meetresultaten ten gevolge van schade
- Bijlage III Foto's
- Bijlage IV Verklarende woordenlijst

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Druten heeft LBP|SIGHT trillingmetingen verricht in en aan een tweetal woningen gelegen aan de Noord Zuidweg in Boven Leeuwen. Het doel van het trillingonderzoek is te bepalen of sprake is van onacceptabele kans op hinder of schade door trillingen ten gevolge van het voorbijgaande vrachtverkeer. Aanleiding van het onderzoek is voorbereiding van een bestemmingsplan.

In hoofdstuk 2 van dit rapport worden de situaties en de uitgangspunten gegeven. De eisen worden beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt de meetmethode gegeven. In hoofdstuk 5 staan de meetresultaten en ten slotte worden in hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen gegeven.

2 Situatie

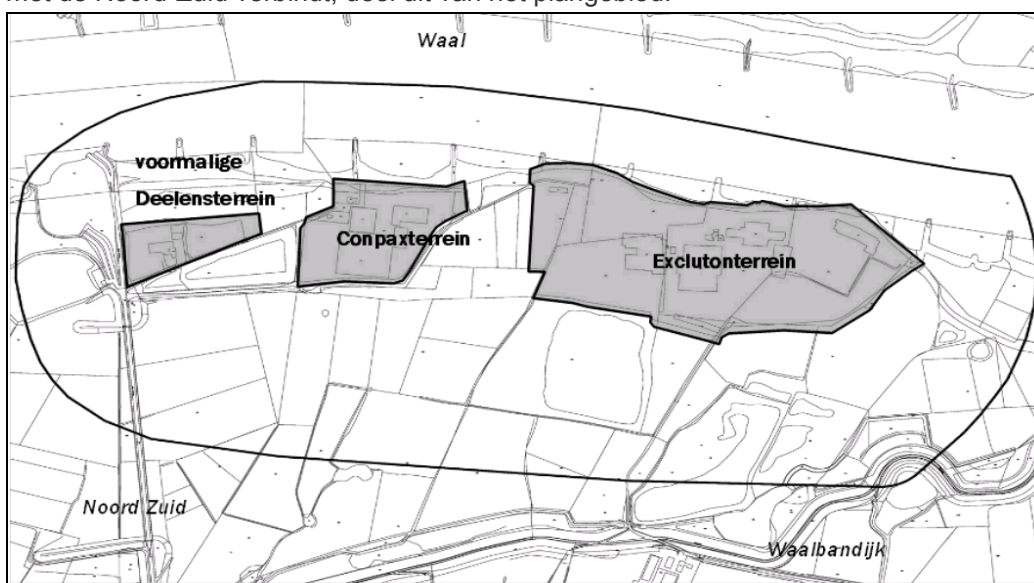
2.1 Aanleiding onderzoek

Bij de voorbereiding van het bestemmingsplan 'Buitengebied, herziening Waalbandijk 155-173' zijn zienswijzen ten aanzien van het ontwerpbestemmingsplan ingebracht met betrekking tot trillingshinder als gevolg van het vrachtverkeer dat over de openbare weg rijdt.

De openbare weg maakt geen onderdeel uit van het bestemmingsplan, maar de gevolgen die langs de openbare weg optreden zijn in het kader van de goede ruimtelijke ordening voor wat betreft de akoestiek, luchtkwaliteit en verkeersveiligheid reeds in kaart gebracht. Nu gemeente Druten erop is gewezen dat het aspect trillingen langs de Noord Zuidweg niet werd meegenomen, is besloten om eveneens in het kader van een goede ruimtelijke ordening dit alsnog in kaart te brengen.

2.2 Situatie

Het plangebied omvat zowel de bedrijfsperven van Excluton (inclusief het voormalige Deelensterrein) en Conpax als de rondom de bedrijfsperven gelegen uiterwaarden en een gedeelte van de rivier de Waal. Hierdoor maakt ook de weg die de bedrijfsperven met elkaar en met de Noord-Zuid verbindt, deel uit van het plangebied.



Figuur 2.1
Plangebied

Het plangebied ligt tussen de rivier de Waal in het noorden en de Waalbandijk in het zuiden, waarbij aan de oostzijde een klein gedeelte van de Waalbandijk binnen het plangebied is gelegen. In het westelijk deel van het plangebied ligt de Noord Zuid(weg). Ten zuidoosten van het plangebied ligt de kern Druten.

Op het bedrijventerrein zijn bedrijven gevestigd, of kunnen bedrijven gevestigd worden die voor de aan- en afvoer van grondstoffen en producten gebruikmaken van de Noord Zuidweg.



Figuur 2.2

Luchtfoto situatie

De ontsluitingsweg (Noord Zuidweg) loopt vanaf de provinciale weg N322 (Van Heemstraweg) tot aan het bedrijventerrein. Halverwege de Noord Zuidweg is een splitsing met de Houtsestraat. Op de dijk is nog een kruising aanwezig met de Waalbandijk, richting de oostkant kan er afgeslagen worden door bestemmingsverkeer. De westzijde van de Waalbandijk is niet toegankelijk voor gemotoriseerd wegverkeer.

2.3 Vrachtverkeer

In de eerder genoemde onderzoeken die in het kader van het bestemmingsplan zijn opgesteld is uitgegaan van jaargemiddeld 233 vrachtwagenbewegingen per etmaal in 2021. De maximale snelheid bedraagt 60 km/u, het vrachttransport kan 24 uur per dag plaatsvinden. Het betreft zwaar verkeer van verschillende typen, waaronder vrachtwagens, silowagens en stenenwagens (zgn. zelffladers). In het kader van het trillingonderzoek worden deze als zwaar verkeer bestempeld.

3 Wettelijke kader

3.1 Eisen ten aanzien van toelaatbare trillingen

In de leefomgeving zullen eisen moeten worden gesteld aan de toelaatbare trillingen. Deze eisen moeten garanderen dat geen schade zal optreden en dat de hinder beperkt blijft. Onderscheid zal gemaakt moeten worden in de eisen van toelaatbaarheid gesteld aan de gebouwen, de apparatuur en aan mensen. Uiteraard zal onze ervaring en expertise op dit gebied meegewogen worden.

In Nederland bestaan op dit moment nog geen wettelijke regelingen en normen die grenswaarden met een beoordelingsstelsel voor trillingen geven. Sinds 1993 zijn de zogenaamde SBR-richtlijnen gepubliceerd die inmiddels algemeen aanvaard zijn (SBR, oorspronkelijk Stichting Bouwresearch, een Nederlands kennisinstituut op het gebied van de bouw). Deze richtlijnen gaan over hinder en schade aan gebouwen en over storing aan apparatuur. De laatste herziening van deze richtlijnen is van augustus 2002. Voor uitgebreide informatie wordt ook naar de SBR-richtlijnen verwezen:

- SBR-richtlijn A Schade aan gebouwen (door trillingen);
- SBR-richtlijn B Hinder voor personen in gebouwen (door trillingen);
- SBR-richtlijn C Storing aan apparatuur (door trillingen).

De SBR-richtlijnen betreffen alle drie meet- en beoordelingsrichtlijnen.

3.2 Richtlijn A 'Schade aan gebouwen (door trillingen)'

Wij zijn van mening dat er, op grond van de SBR-richtlijn A, sprake is van herhaald voorkomende kortdurende trillingen. Bij de indeling van gebouwen in categorieën I, II en III betekent dit voor de toelaatbare trillingniveaus op de fundatie en andere onderdelen van de constructie, de volgende rekenwaarde van de grenswaarden op basis van het uitvoeren van uitgebreide trillingmetingen.

Tabel 3.1

Herhaald voorkomende trillingen

| Frequentie in Hz | Begane grondniveau draagconstructie | | | | Op de hoogste verdieping en onderdelen van draagconstructie | | |
|------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----------|---|----|-----|
| | Maximale trillingsnelheid in mm/s. | | | | | | |
| | Categorie | | | | Categorie | | |
| | I | II | III | Zettingen | I | II | III |
| Alle frequenties | | | | | 27 | 10 | 5,3 |
| 10 | 13,3 | 3,3 | 2,0 | 16 | | | |
| 15 | 15 | 4,2 | 2,4 | 10,6 | | | |
| 20 | 20 | 6 | 3,4 | 8 | | | |
| 30 | 24 | 8 | 4,4 | 5,3 | | | |

Let wel: de voorgegeven rekenwaarden zijn gebaseerd op het uitvoeren van uitgebreide trillingmetingen. In het geval gekozen wordt voor indicatieve of beperkte metingen, dienen de volgende partiële veiligheidsfactoren γ_v daarop in rekening te worden gebracht.

Tabel 3.2

Partiële veiligheidsfactoren γ_v

| Type meting | γ_v |
|-------------|------------|
| Indicatief | 1,6 |
| Beperkt | 1,4 |
| Uitgebreid | 1 |

3.2.1 Indeling gebouwen in categorie

Binnen de systematiek van SBR-A dienen gebouwen, voor wat betreft trillinggevoeligheid, ingedeeld te worden in categorieën. Er zijn drie categorieën. De gebouwen kunnen ingedeeld worden in categorieën I, II en III. Uit de inspectie op 26 februari 2013 is veiligheidshalve woningnummer Noord Zuidweg 11 ingedeeld in categorie III. Dit is de categorie waarvoor de strengste grenswaarden van toepassing zijn.

3.2.2 Resumé toelaatbare trillingen met betrekking schade

Uitgaande van het bovengenoemde bepalen wij de volgende beoordelinggrens: op basis van de ingezette indicatieve metingen dient met een veiligheidsfactor van 1,6 rekening gehouden te worden. In deze situatie is sprake van een herhaald voorkomende kortdurende trilling. Vastgesteld wordt (uit de metingen) dat bij verkeerpassages dikwijls rond de 10 Hz (dominante frequentie) in woningen ontstaat. Dan wordt een grenswaarde van de draagconstructie van 2,0 mm/s, gedeeld door 1,6, voor de veiligheid is 1,25 mm/s gehanteerd.

3.3 Richtlijn B ‘Hinder voor personen in gebouwen’

3.3.1 Hinder ten gevolge van trillingen

Ter beoordeling van mogelijk optredende hinder worden trillingmetingen verricht en getoetst aan de streefwaarden in SBR-Richtlijn B: ‘Hinder voor personen in gebouwen; Meet- en beoordelingsrichtlijn’.

De grenswaarden voor hinder zijn afhankelijk van de functie van het gebouw. In dit geval betreft het de functie wonen. De situatie wordt als gewijzigd aangemerkt aangezien de verkeersintensiteit wijzigt. De trilling betreft een herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd.

In tabel 3.3 en 3.4 zijn de grenswaarden voor bestaande en nieuwe situatie opgenomen. Voor een gewijzigde situatie is het streven dat de V_{max} en V_{per} na wijziging niet meer dan V_{max} en V_{per} voor de wijziging zijn.

Tabel 3.3

Eisen binnen gebouwen, functie wonen

| Periode | Streefwaarden voor herhaald voorkomende trillingen, bestaande situatie | | |
|----------------------|--|-------------|-------------|
| Dag- en avondperiode | $A_1 = 0,2$ | $A_2 = 0,8$ | $A_3 = 0,1$ |
| Nachtperiode | $A_1 = 0,2$ | $A_2 = 0,4$ | $A_3 = 0,1$ |

A_1 : streefwaarde voor de maximale waarde van de effectieve trillingsnelheid V_{max} [mm/s]

A_2 : hoogste streefwaarde voor de maximale waarde van de effectieve trillingsnelheid V_{max} [mm/s]

A_3 : streefwaarde voor het kwadratisch gemiddelde van de maxima van de effectieve waarde van de trillingsnelheid V_{per} [mm/s]

Tabel 3.4

Resumé te volgen stappen bij de beoordeling

| V_{max} of V_{per} : | Beoordeling |
|---|--|
| $V_{max} < A_1$ (< 0,2 tijdens dag, avond en nacht) | Geen overschrijding van de streefwaarden; geen beoordeling van v_{per} noodzakelijk. |
| $V_{max} < A_2$ (< 0,8 tijdens dag en avond) $V_{max} < A_2$ (< 0,4 tijdens nacht (23-07 uur)) | Mogelijke overschrijding van de streefwaarden; aanvullende beoordeling aan v_{per} . |
| $v_{per} < A_3$ (< 0,1 tijdens dag, avond en nacht) | Geen overschrijding van de streefwaarden. |

Zie voor een uitgebreide toelichting op de grenswaarde en toegepaste systematiek genoemde SBR-richtlijn B.

3.4 Meetmethode hinder in relatie tot die van schade

Opgemerkt wordt dat voor de schade- en hinderbeoordeling op een andere wijze met de trilling-niveaus wordt omgegaan. Voor de hinderbeoordeling - wat in dit onderzoek primair is - wordt naar de werkelijk optredende effectieve trillingsnelheden gekeken. Daarbij vindt ook een tijdmiddeling plaats.

Voor de schadebeoordeling wordt naar de maximale trillingsnelheden gekeken. Dit leidt ertoe dat trillingsnelheden verschillend zijn met betrekking tot genoemde criteria.

NB: het theoretische verschil bij een volkomen stationair signaal (bepaald op dezelfde positie) bedraagt een factor 1,4. Bij tijdfluctuaties in het signaal wordt dit verschil groter.

Zie voor een uitgebreide toelichting op de grenswaarde en toegepaste systematiek de genoemde SBR-richtlijnen A en B.

4 Uitvoering onderzoek

4.1 Te onderzoeken woningen

Langs de aangegeven route liggen meerdere woningen van verschillende kwetsbaarheid. De bewoners van een aantal woningen hebben in hun zienswijzen aangegeven hinder te ondervinden vanwege de trillingen die door het vrachtverkeer ontstaan.

Vastgesteld is dat in de volgende twee woningen een representatief beeld kan worden verkregen van de trillinghinder langs de Noord Zuidweg

- woning Noord Zuidweg 3;
- woning Noord Zuidweg 11.

Twee andere bewoners, woning Noord Zuidweg 13 en woning Waalbanddijk 7, hebben ook zienswijzen ingediend met betrekking tot trillinghinder, maar wilden geen medewerking verlenen aan het trillingonderzoek.

De bewoner van huisnummer Noord Zuidweg 11 heeft ook aangegeven dat schade aan de woning wordt ondervonden ten gevolge van het vrachtverkeer. Voor deze woning wordt het aspect schade meegenomen in dit trillingonderzoek.

4.2 Meetpunten

4.2.1 Meetpunten met betrekking tot hinder

In overleg met de bewoners zijn de meetpunten gekozen; aangegeven wordt dat in de slaapkamer op de eerste verdieping (woning Noord Zuidweg 3) en in de slaapkamer op de begane grond (woning Noord Zuidweg 11) de meeste hinder wordt ervaren. Om die reden wordt op de vloer in de slaapkamer van bovengenoemde woningen een meetpunt aangebracht.

Daarnaast zijn er extra meetpunten in de bodem geplaatst op verschillende afstanden van de weg. Aan de hand van deze meetpunten en het meetpunt in woningnummer 11 kan de relatie worden gelegd met de trillingen, veroorzaakt door het vrachtverkeer, in de woningen die verder gelegen zijn van de weg. Deze meetpunten bevinden zich op 14 m afstand van de weg, (vlak naast woningnummer 11), 28 m afstand van de weg en 42 m afstand van de weg.

In tabel 4.1 t/m 4.5 zijn de meetpunten met betrekking tot hinder weergegeven.

Tabel 4.1

Overzicht meetpunten woningnummer 3 met betrekking tot hinder

| Meetpunt | Positie woningnummer 3 | Richting |
|----------|--|-----------|
| X | Vloer slaapkamer(logeer) eerste verdieping | dwars |
| Y | Vloer slaapkamer(logeer) eerste verdieping | langs |
| Z | Vloer slaapkamer(logeer) eerste verdieping | verticaal |

Tabel 4.2

Overzicht meetpunten woningnummer 11 met betrekking tot hinder

| Meetpunt | Positie woningnummer 11 | Richting |
|----------|-------------------------------|-----------|
| X | Vloer slaapkamer begane grond | dwars |
| Y | Vloer slaapkamer begane grond | langs |
| Z | Vloer slaapkamer begane grond | verticaal |

Tabel 4.3

Overzicht meetpunt in de bodem op 14 m afstand van de weg, ter hoogte woningnummer 11

| Meetpunt | Positie bodem op 14 m afstand van de weg | Richting |
|----------|--|-----------|
| X | bodem | dwars |
| Y | bodem | langs |
| Z | bodem | verticaal |

Tabel 4.4

Overzicht meetpunt in de bodem op 28 m afstand van de weg, ter hoogte woningnummer 11

| Meetpunt | Positie bodem op 28 m afstand van de weg | Richting |
|----------|--|-----------|
| X | bodem | dwars |
| Y | bodem | langs |
| Z | bodem | verticaal |

Tabel 4.5

Overzicht meetpunt in de bodem op 42 m afstand van de weg, ter hoogte woningnummer 11

| Meetpunt | Positie bodem op 14 m afstand van de weg | Richting |
|----------|--|-----------|
| X | bodem | dwars |
| Y | bodem | langs |
| Z | bodem | verticaal |

4.2.2 Meetpunten met betrekking tot schade

Vanaf de eerste dag meten zijn er drie meetpunten op de fundatie van de woning aan de Noord Zuidweg nummer 11 geplaatst. In onderstaande tabel zijn de meetpunten met betrekking tot schade weergegeven.

Tabel 4.6

Overzicht meetpunten met betrekking tot schade

| Meetpunt | Positie woningnummer 11 | Richting |
|----------|-------------------------|-------------|
| 1 | fundatie | verticaal |
| 2 | fundatie | horizontaal |
| 3 | fundatie | langs |

4.3 Meetperiode

De metingen zijn uitgevoerd op dinsdag 26 februari 2013 vanaf 11.00 tot circa 17.30 uur op de hiervoor genoemde meetpunten. Deze metingen zijn bemand uitgevoerd. Vervolgens is vanaf 17.30 uur onbemand gemeten tot donderdag 28 februari 09.00 uur. Vanaf 09.00 uur is deze dag weer bemand gemeten tot circa 17.00 uur.

5 Meetresultaten

5.1 Bemande metingen 26 en 28 februari 2013

Tijdens de metingen zijn de passages van het verkeer over de Noord Zuidweg bijgehouden en weergegeven in tabel 5.1. Voor de toetsing aan schade worden de maximale trillingniveaus beoordeeld, terwijl voor de toetsing aan hinder de effectieve trillingniveaus worden beoordeeld. Uit de metingen blijkt dat de verticale meetrichting steeds bepalend is, deze worden hierna genoemd. Zie ook de grafische uitvoer van de meetresultaten over deze periode in bijlage I (figuren I.1 t/m I.4).

Tabel 5.1

Relevante bevindingen dinsdag 26 februari 2013

| Tijd | Type voertuig | Snelheid | Richting Druten → | Richting Waal ← | $V_{\text{eff,max}}$ (in mm/s) m.b.t. hinder, verticale richting | | V_{top} (in mm/s) m.b.t. schade |
|-----------|-----------------------------------|----------|-------------------------|-----------------------|---|--|---|
| | | | | | Slaapkamer eerste verdieping Noord Zuigweg nr 3 | Slaapkamer begane grond Noord Zuidweg nr 11 | Fundatie woning nr11 Verticale richting |
| 11.40 uur | stenenwagen | 60km/u | → | | <0,1 | 0,11 | <0,4 |
| 11.52 uur | Twee vrachtwagens tegelijk | <60km/u | → | ← | 0,11 | 0,44 | <0,4 |
| 11.54 uur | Vrachtwagen Huisman transport | 60km/u | → | | <0,1 | 0,12 | <0,4 |
| 11.57 uur | stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,19 | 0,17 | <0,4 |
| 12.02 uur | stenenwagen | 60km/u | → | | <0,1 | 0,11 | <0,4 |
| 12.05 uur | silowagen | 60km/u | → | | <0,1 | 0,14 | <0,4 |
| 12.13 uur | Lege vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,15 | 0,18 | <0,4 |
| 12.16 uur | Stenen wagen | 60km/u | | ← | 0,11 | 0,11 | <0,4 |
| 12.17 uur | vrachtwagen Van Haren | 60km/u | → | | <0,1 | 0,10 | <0,4 |
| 12.29 uur | stenenwagen | 60km/u | → | | 0,18 | 0,12 | <0,4 |
| 12.36 uur | vrachtwagen | >60km/u | | ← | 0,26 | 0,41 | 0,70 |
| 12.40 uur | stenenwagen | 60km/u | → | | 0,10 | 0,13 | <0,4 |
| 12.41 uur | Sita(vuilniswagen) | 60km/u | → | | <0,1 | <0,10 | <0,4 |
| 12.47 uur | Twee stenenwagens achterelkaar | 60km/u | →→ | | <0,1 | 0,14 | <0,4 |
| 12.50 uur | stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,16 | 0,41 | 0,6 |
| 12.55 uur | Stenenwagen(leeg) | 60km/u | | ← | 0,3 | 0,10 | <0,4 |

| | | | | | V _{eff,max} (in mm/s) m.b.t. hinder, verticale richting | | V _{top} (in mm/s) m.b.t. schade |
|-----------|--|---------|---|----|---|-------|---|
| 12.57 uur | Excluton wagen sierbestrating | 60km/u | | ← | 0,14 | 0,44 | 0,35 |
| 12.58 uur | Vrachtwagen (gasflessen transport) | 60km/u | → | | <0,1 | 0,13 | <0,4 |
| 13.01 uur | Jeep (hard rijden) | >60km/u | → | | <0,1 | <0,10 | <0,4 |
| 13.02 uur | Excluton silowagen | 60km/u | | ← | 0,15 | 0,45 | <0,4 |
| 13.06 uur | 2 stenenwagens achter elkaar | 60km/u | → | | <0,1 | 0,14 | <0,4 |
| 13.08 uur | Lege stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,31 | 0,27 | 0,6 |
| 13.11 uur | Lege stenenwagen | 60km/u | → | | 0,11 | 0,15 | <0,4 |
| 13.15 uur | 2 Vrachtwagen tegelijk passeren | <60km/u | → | ← | 0,12 | 0,20 | <0,4 |
| 13.17 uur | Kleine vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 13.27 uur | vrachtwagen | 60km/u | → | | 0,10 | 0,11 | <0,4 |
| 13.30 uur | Kleine vrachtwagen | 60km/u | | ← | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 13.32 uur | vrachtwagen | 60km/u | | ← | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 13.33 uur | stenenwagen | >60km/u | → | | 0,14 | 0,21 | <0,4 |
| 13.35 uur | 2 vrachtwagens achter elkaar | >60km/u | | ←← | 0,21 | 0,23 | <0,4 |
| 13.38 uur | Lege vrachtwagen | 60km/u | → | | 0,10 | 0,16 | <0,4 |
| 13.40 uur | Tractor (zonder aanhanger) | 60km/u | → | | 0,11 | 0,14 | <0,4 |
| 13.45 uur | vrachtwagen | 60km/u | | ← | <0,10 | 0,10 | <0,4 |
| 13.59 uur | Westerman vrachtwagen | 60km/u | → | | <0,10 | <0,1 | <0,4 |
| 14.00 uur | Kleine vrachtwagen | 60km/u | → | | <0,10 | 0,18 | <0,4 |
| 14.02 uur | 2 stenenwagens achter elkaar | >60km/u | | ←← | 0,30 | 0,43 | <0,4 |
| 14.05 uur | stenenwagen | <60km/u | → | | 0,12 | <0,10 | <0,4 |
| 14.11 uur | vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,17 | 0,39 | <0,4 |
| 14.17 uur | stenenwagen | 60km/u | → | | 0,16 | 0,16 | <0,4 |
| 14.26 uur | stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,13 | 0,34 | <0,4 |
| 14.33 uur | stenenwagen | >60km/u | | ← | 0,12 | 0,47 | <0,4 |
| 14.36 uur | Huisman transport vrachtwagen | 60km/u | → | | 0,12 | 0,13 | <0,4 |
| 15.03 uur | Vrachtwagen (leeg) | >60km/u | | ← | 0,17 | 0,24 | <0,4 |

| | | | | | $V_{\text{eff,max}}$ (in mm/s) m.b.t. hinder, verticale richting | | V_{top} (in mm/s) m.b.t. schade |
|-----------|-------------------------------------|---------|---|----------------------------|---|------------------|---|
| | | | | | | | |
| 15.04 uur | Vrachtwagen (leeg) | >60km/u | | ← | 0,21 | 0,37 | 0,6 |
| 15.11 uur | vrachtwagen | >60km/u | | ← | 0,23 | 0,50 | <0,4 |
| 15.25 uur | Vrachtwagen (veevoeder) | 60km/u | → | | 0,15 | 0,26 | <0,4 |
| 15.26 uur | vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,20 | 0,36 | <0,4 |
| 15.29 uur | Excluton vrachtwagen | 60km/u | | ← | <0,10 | 0,17 | <0,4 |
| 15.30 uur | Vrachtwagen met laadbak | 60km/u | → | | <0,10 | 0,20 | <0,4 |
| 15.31 uur | 2 stenenwagens achter elkaar | 60km/u | | ←← | 0,15 | 0,21 | <0,4 |
| 15.32 uur | stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,11 | 0,15 | <0,4 |
| 15.41 uur | 2 vrachtwagens tegelijk passeren | <60km/u | → | ← | 0,16 | 0,36 | <0,4 |
| 15.52 uur | stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,10 | 0,15 | <0,4 |
| 15.55 uur | vrachtwagen | 60km/u | → | | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 16.01 uur | Stenenwagen(vol) | 60km/u | → | | 0,21 | 0,29 | <0,4 |
| 16.02 uur | Stenenwagen(leeg) | 60km/u | | ← | 0,20 | 0,31 | <0,4 |
| 16.08 uur | Stenenwagen(leeg) | >60km/u | | ← | 0,20 | 0,51 | 0,5 |
| 16.15 uur | Stenenwagen(leeg) | 60km/u | | ← | 0,19 | 0,15 | <0,4 |
| 16.19 uur | Stenenwagen(vol) | 60km/u | → | | 0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 16.22 uur | Stenenwagen(leeg) | 60km/u | | ← | 0,18 | 0,31 | 0,6 |
| 16.26 uur | 2 stenenwagens achter elkaar | 60km/u | | ←← | 0,16 | 0,13 | <0,4 |
| 16.41 uur | stenenwagen | >60km/u | | ← | 0,21 | 0,53 | 0,55 |
| | | | | Totale periode | V_{per} | V_{per} | |
| | | | | V_{per} langs | 0.03 | 0,04 | |
| | | | | V_{per} dwars | 0.05 | 0,035 | |
| | | | | V_{per} verticaal | 0.05 | 0,075 | |

Tabel 5.2

Relevante bevindingen donderdag 28 februari 2013

| Tijd | Type voertuig | Snelheid | Richting Druten → | Richting Waal ← | V _{eff,max} (in mm/s) m.b.t. hinder, verticale richting | | V _{top} (in mm/s) mbt schade |
|-----------|-------------------------|----------|-------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|---|
| | | | | | Slaapkamer eerste verdieping nr 3 | Slaapkamer begane grond nr 11 | Fundatie woning nr11 |
| 09.20 uur | Vrachtwagen leeg | <60km/u | | ← | <0,10 | 0,32 | <0,4 |
| 09.22 uur | Vrachtwagen vol | <60km/u | → | | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 09.28 uur | Vrachtwagen | <60km/u | → | | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 09.33 uur | Volle vrachtwagen | <60km/u | → | | <0,10 | 0,20 | <0,4 |
| 09.41 uur | Vrachtwagen optrekken | 60km/u | → | | 0,15 | 0,12 | <0,4 |
| 09.42 uur | Lege vrachtwagen | >60km/u | | ← | <0,10 | 0,12 | <0,4 |
| 09.53 uur | Volle vrachtwagen | 60km/u | → | | 0,15 | 0,18 | <0,4 |
| 09.54 uur | Lege vrachtwagen | <60km/u | | ← | 0,15 | <0,10 | <0,4 |
| 09.57 uur | Volle vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,12 | 0,11 | <0,4 |
| 10.01 uur | Vrachtwagen Excluton | 60km/u | | ← | 0,11 | 0,26 | <0,4 |
| 10.07 uur | Lege vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,19 | 0,52 | 0,8 |
| 10.14 uur | Volle vrachtwagen | 60km/u | | ← | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 10.15 uur | 2 lege vrachtwagens | 60km/u | | ←← | 0,15 | 0,63 | 0,6 |
| 10.17 uur | Lege vrachtwagen | 60km/u | | ← | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 10.21 uur | Volle vrachtwagen | <60km/u | → | | 0,12 | 0,17 | <0,4 |
| 10.22 uur | Volle vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,10 | 0,21 | <0,4 |
| 10.49 uur | Volle vrachtwagen | 60km/u | → | | <0,10 | 0,10 | <0,4 |
| 10.53 uur | Volle vrachtwagen | 60km/u | | ← | <0,10 | 0,10 | <0,4 |
| 10.57 uur | Volle vrachtwagen | 60km/u | → | | 0,12 | 0,15 | <0,4 |
| 11.01 uur | Vrachtwagen met laadbak | <50km/u | | ← | <0,10 | 0,10 | <0,4 |
| 11.18 uur | Lege vrachtwagen | >60km/u | | ← | 0,12 | 0,11 | <0,4 |
| 11.27 uur | stenenwagen | 60km/u | → | | 0,20 | 0,12 | <0,4 |
| 11.27 uur | Volle vrachtwagen | >60km/u | | ← | 0,33 | 0,34 | <0,4 |
| 11.32 uur | Lege vrachtwagen | >60km/u | | ← | 0,11 | 0,43 | <0,4 |
| 11.58 uur | vrachtwagen | <60km/u | | ← | 0,24 | 0,59 | <0,4 |
| 12.11 uur | Lege vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,11 | 0,13 | <0,4 |

| | | | | | V _{eff,max} (in mm/s) m.b.t. hinder, verticale richting | | V _{top} (in mm/s) mbt schade |
|-----------|--|---------|---|----|---|-------|---|
| | | | | | | | |
| 13.07 uur | Vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,13 | 0,11 | <0,4 |
| 13.10 uur | Lege stenenwagen | >60km/u | | ← | 0,33 | 0,35 | <0,4 |
| 13.19 uur | Stenenwagen vol | 60km/u | → | | 0,10 | 0,17 | <0,4 |
| 13.22 uur | Stenenwagen leeg | >60km/u | | ← | 0,10 | 0,12 | <0,4 |
| 13.35 uur | vrachtwagen | 60km/u | → | | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 13.43 uur | Excluton Van Essen | 60km/u | | ← | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 13.48 uur | Lege vrachtwagen doorrijden | >60km/u | | ← | 0,19 | 0,31 | <0,4 |
| 14.02 uur | 2 kruisende vrachtwagens | 60km/u | → | ← | 0,15 | 0,41 | <0,4 |
| 14.10 uur | Errogas tankwagen | 60km/u | → | | <0,10 | 0,16 | <0,4 |
| 14.11 uur | Excluton transportwagen | 60km/u | | ← | 0,19 | 0,51 | <0,4 |
| 14.15 uur | Stenenwagen+aanhanger | 60km/u | → | | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 14.18 uur | Stenenwagen | 60km/u | → | | <0,10 | 0,11 | <0,4 |
| 14.19 uur | Vrachtwagen met laadbak | 60km/u | → | | 0,21 | 0,18 | <0,4 |
| 14.20 uur | Excluton vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,12 | 0,10 | <0,4 |
| 14.21 uur | stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,12 | 0,13 | <0,4 |
| 14.27 uur | Stenenwagen en vrachtwagen met laadbak achter elkaar | 60km/u | | ←← | <0,10 | 0,17 | <0,4 |
| 14.40 uur | Lege stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,10 | 0,19 | <0,4 |
| 14.42 uur | betonwagen | <60km/u | | ← | 0,10 | 0,13 | <0,4 |
| 14.49 uur | vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,10 | 0,10 | <0,4 |
| 14.52 uur | Lege stenenwagen | 60km/u | | ← | <0,10 | 0,10 | <0,4 |
| 14.53 uur | Van Haren-vrachtwagen | 60km/u | | ← | 0,16 | 0,17 | <0,4 |
| 14.59 uur | Lege stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,11 | 0,17 | <0,4 |
| 15.00 uur | vrachtwagen | 60km/u | | ← | <0,10 | <0,10 | <0,4 |
| 15.06 uur | Lege stenenwagen | 60km/u | → | | 0,19 | 0,10 | <0,4 |
| 15.19 uur | stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,13 | 0,10 | <0,4 |
| 15.20 uur | stenenwagen | 60km/u | → | | 0,13 | 0,15 | <0,4 |
| 15.24 uur | Stenenwagen vol | 60km/u | | ← | 0,10 | 0,16 | <0,4 |

| | | | | | V _{eff,max} (in mm/s) m.b.t. hinder, verticale richting | | V _{top} (in mm/s) mbt schade |
|-----------|--------------------------|---------|---|----------------------------------|---|------------------------|---|
| | | | | | | | |
| 15.35 uur | Lege stenenwagen | >60km/u | | ← | 0,15 | 0,29 | <0,4 |
| 15.42 uur | Lege stenenwagen | 60km/u | → | | 0,12 | 0,12 | <0,4 |
| 15.44 uur | vrachtwagen | >60km/u | | ← | 0,10 | 0,11 | <0,4 |
| 15.54 uur | Excluton vrachtwagen | >60km/u | | ← | 0,15 | 0,24 | <0,4 |
| 15.58 uur | Lege stenenwagen | >60km/u | | ← | 0,29 | 0,47 | 1,1 |
| 16.14 uur | Lege stenenwagen | 60km/u | | ← | 0,11 | 0,42 | 0,8 |
| 16.26 uur | Vrachtwagen Ommeren | <60km/u | → | | <0,10 | 0,10 | <0,4 |
| 16.58 uur | stenenwagen | 60km/u | → | | <0,10 | 0,12 | <0,4 |
| 17.16 uur | Van Haren vrachtwagen | >60km/u | → | | 0,30 | 0,16 | <0,4 |
| | | | | Totale periode | V_{per} | V_{per} | |
| | | | | V_{per} langs | 0,03 | 0,03 | |
| | | | | V_{per} dwars | 0,05 | 0,03 | |
| | | | | V_{per} verticaal | 0,03 | 0,08 | |

5.1.1 Bespreking metingen met betrekking tot hinder

Voor de grafische uitvoer van de metingen wordt verwezen naar bijlage I (figuren I.1 en II.2).

Uit de meetresultaten blijkt dat woningnummer 11 de meest kritische is. De hoogst gemeten $V_{eff,max}$ bedraagt daar 0,65 mm/s. Waarden hoger dan 0,4 mm/s treden alleen op in de dagperiode. In de nachtperiode is de hoogst gemeten V_{max} lager dan 0,4 mm/s. De V_{per} bedraagt 0,08 mm/s. Gesteld kan worden, op basis van hetgeen er op 26 tot en met 28 februari 2013 is gemeten, dat er in beide woningen wordt voldaan aan de streefwaarden die de SBR-B stelt. Dit geldt voor zowel de dag-, avond- als nachtperiode, wel kunnen de gemeten trillingen voelbaar zijn voor mensen. De onbemande metingen geven een consistent beeld van de passages zoals die ook bemand zijn vastgesteld. In de gewijzigde situatie zal de V_{max} niet toenemen en de V_{per} zal onder de streefwaarden blijven.

Wat geconstateerd wordt, is dat het verkeer dat richting Waal gaat, de hoogste trillingen veroorzaken terwijl deze rijrichting verder van de woningen is afgelegen. Dit wordt veroorzaakt door de beschadigingen in het wegdek, deze beschadigingen komen ter hoogte van woningnummer 11 voornamelijk voor in de rijstrook richting Waal. Verwacht mag worden dat indien de weg deugdelijk gerepareerd en onderhouden wordt, de trillingniveaus met een factor 1,5 à 2 zullen afnemen.

Uit de metingen en informatie die later is opgevraagd, blijkt dat in de nachtperiode er met name vrachtverkeer richting Druten heeft plaats gevonden.

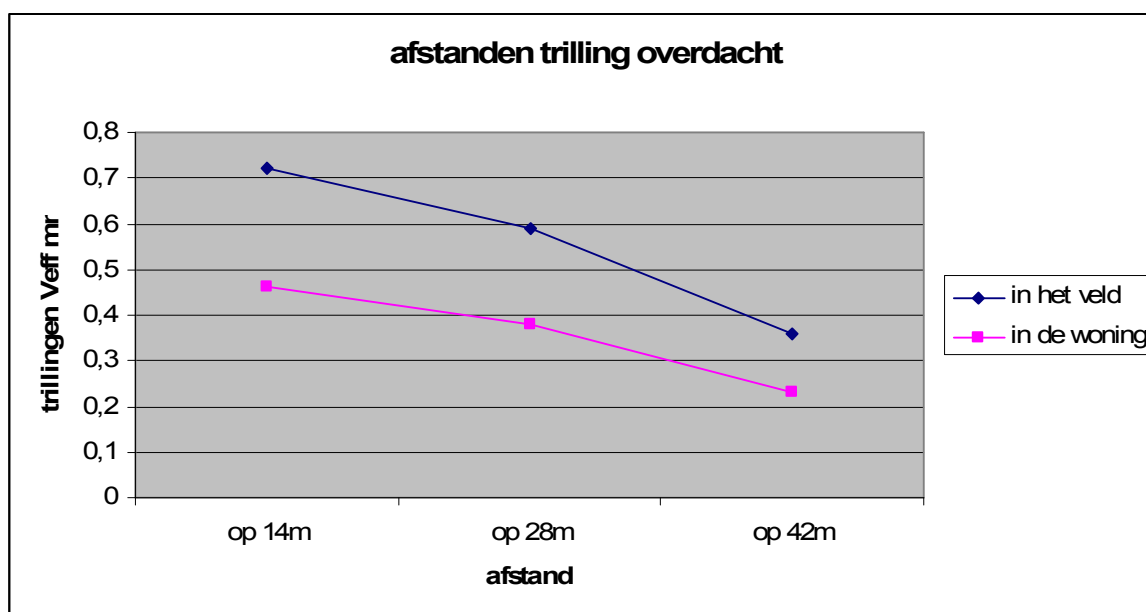
5.1.2 Bespreking metingen met betrekking tot schade

Voor de grafische uitvoer van de metingen wordt verwezen naar bijlage II (figuren II.1) Gesteld kan worden, op basis van hetgeen er op 26 tot en met 28 februari 2013 is gemeten, dat de gemeten waarden ruimschoots onder de gestelde grenswaarde blijven conform de SBR-A. De onbemande metingen geven een consistent beeld van de passages zoals die ook bemand zijn vastgesteld

5.2 Berekening relatie meetpunten bodem naar woningen op afstand

Om een beeld te kunnen geven over de trillingen op grotere afstand van de Noord Zuidweg zijn er trillingmeetpunten in de bodem geplaatst op 14 m, 28 m en 42 m afstand van de weg. Door de relatie te leggen met het meetpunt in de bodem op 14 m en het meetpunt in de slaapkamer van woningnummer 11 kan globaal worden berekend wat de trillingen op grotere afstand van de weg zullen zijn in de woningen.

In figuur 5.1 zijn de gemiddelde $V_{eff,max}$ van de hoogst gemeten verkeerspassages weergegeven in relatie met de meetpunten bodem (in het veld) op de verschillende afstanden van de weg. Aan de hand van deze metingen en het referentiepunt in woningnummer 11 is de afname voor de trillingen voor andere woningen op een afstand van 28 m en 42 m globaal berekend.



Figuur 5.1
Afname trillingen

Tabel 5.3
Afname berekening trillingen in woningen

| | $V_{eff,max}$ gemiddeld vloerveld in woning | $V_{eff,max}$ in bodem | Berekende afnamefactor |
|---------------------|---|------------------------|------------------------|
| Op 14 m afstand weg | 0,46 mm/s | 0,72 mm/s | 0,64 |
| Op 28 m afstand weg | 0,38 mm/s | 0,59 mm/s | -- |

| | $V_{\text{eff,max}}$ gemiddeld vloerveld in woning | $V_{\text{eff,max}}$ in bodem | Berekende afnamefactor |
|---------------------|---|-------------------------------|------------------------|
| Op 42 m afstand weg | 0,23 mm/s | 0,36 mm/s | -- |

Aan de hand van de overdracht berekeningen kan ook worden vastgesteld dat op grotere afstand van de weg de trillingniveaus afnemen en in woningen op deze afstand ook geen trillinghinder zal optreden.

6 Bespreking meetresultaten

6.1 Conclusie

In de periode van 26 tot en met 28 februari 2013 zijn er bemande en onbemande trillingmetingen uitgevoerd met betrekking tot hinder en schade in en aan twee woningen aan de Noord Zuidweg te Boven-Leeuwen. Het betreft de woningnummers 3 en 11.

6.1.1 trilling hinder

Uit de metingen blijkt dat er in beide woningen wordt voldaan aan de streefwaarde die de SBR-B voor hinder stelt in deze situatie. Deze woningen geven een representatief beeld van de trillinghinder in andere woningen langs de Noord Zuidweg, daar wordt ook voldaan aan het aspect hinder. Ook in de gewijzigde situatie voor de prognose voor 2021, bij toename van het vrachtverkeer, zal er worden voldaan aan de streefwaarden.

6.1.2 trilling schade

De gemeten waarden blijven in woningnummer 11 ver onder de grenswaarden die de SBR-A stelt voor schade aan gebouwen. Schade aan de woning veroorzaakt door het reguliere (vracht)verkeer wordt daarom zeer klein geacht.

6.2 Aanbeveling

Tijdens de inspectie van de weg is geconstateerd dat het wegdek van de Noord Zuidweg zeer slecht is (gaten in het wegdek), met name rijrichting de Waalbandijk (zie bijlage III, foto's). Uit de metingen is gebleken dat de hoogste effectieve maximale trillingsnelheden gemeten worden als het (vracht)verkeer in de richting van de Waalbandijk rijdt. De trillingen zijn af en toe ook goed voelbaar als de voertuigen met hoge snelheid door de, langs die kant van de weg gelegen, gaten rijden. Met nadruk wordt aanbevolen om het wegdek te repareren. Daarmee zullen de piekwaarden verder gereduceerd worden.

LBP|SIGHT BV

J.C. (Hans) Verduijn

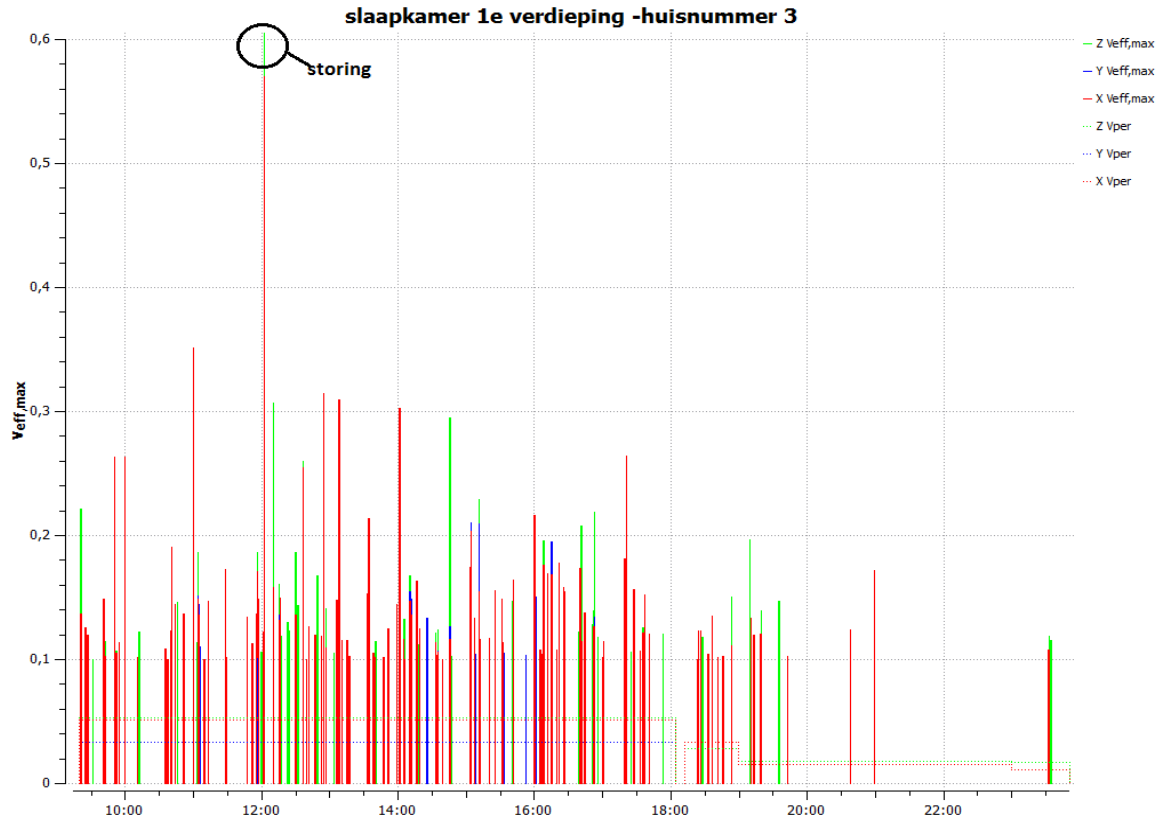
J. (Jan) Keijzer

Bijlage I

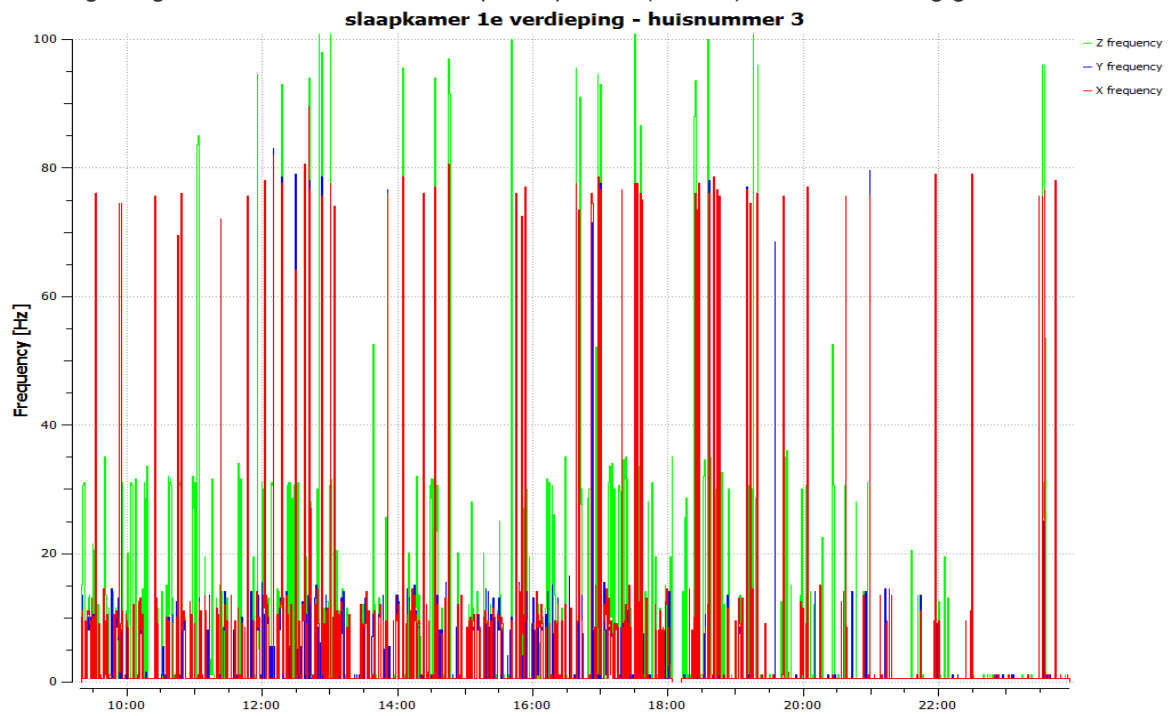
Grafische uitvoer meetresultaten ten gevolge van hinder

Slaapkamer eerste verdieping - woning Noord Zuidweg nummer 3

Dinsdag 26 februari 2013

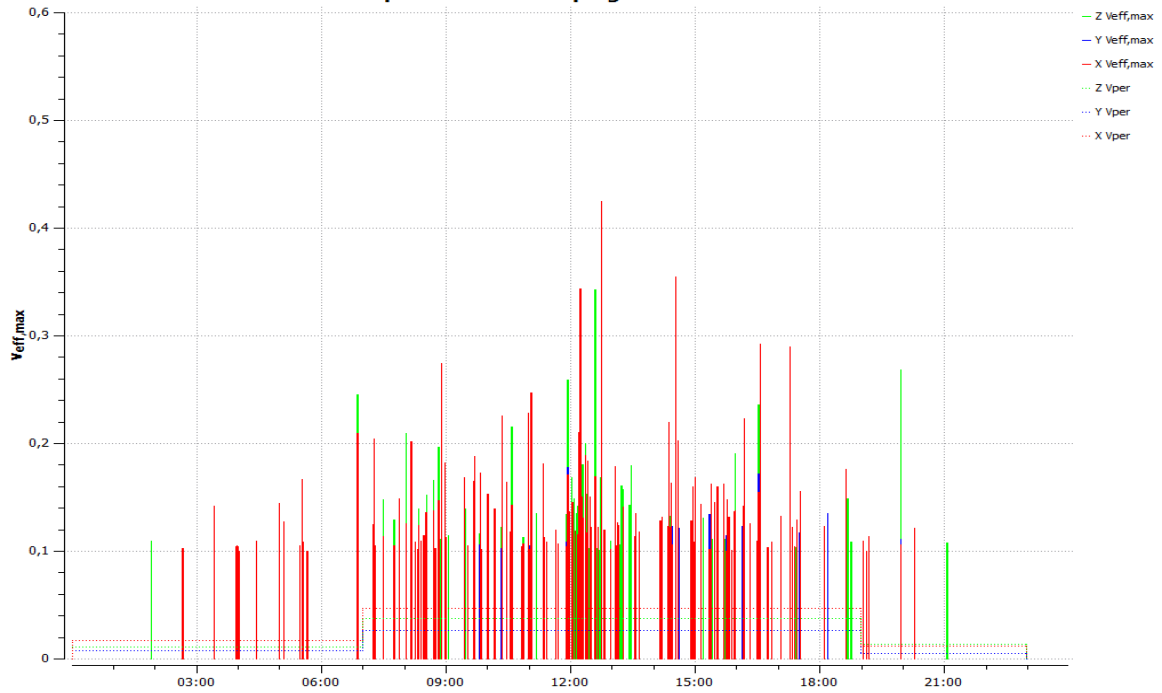


*storing: vergeleken met het buitenmeetpunt op 14 m (bodem) is dit een storing geweest

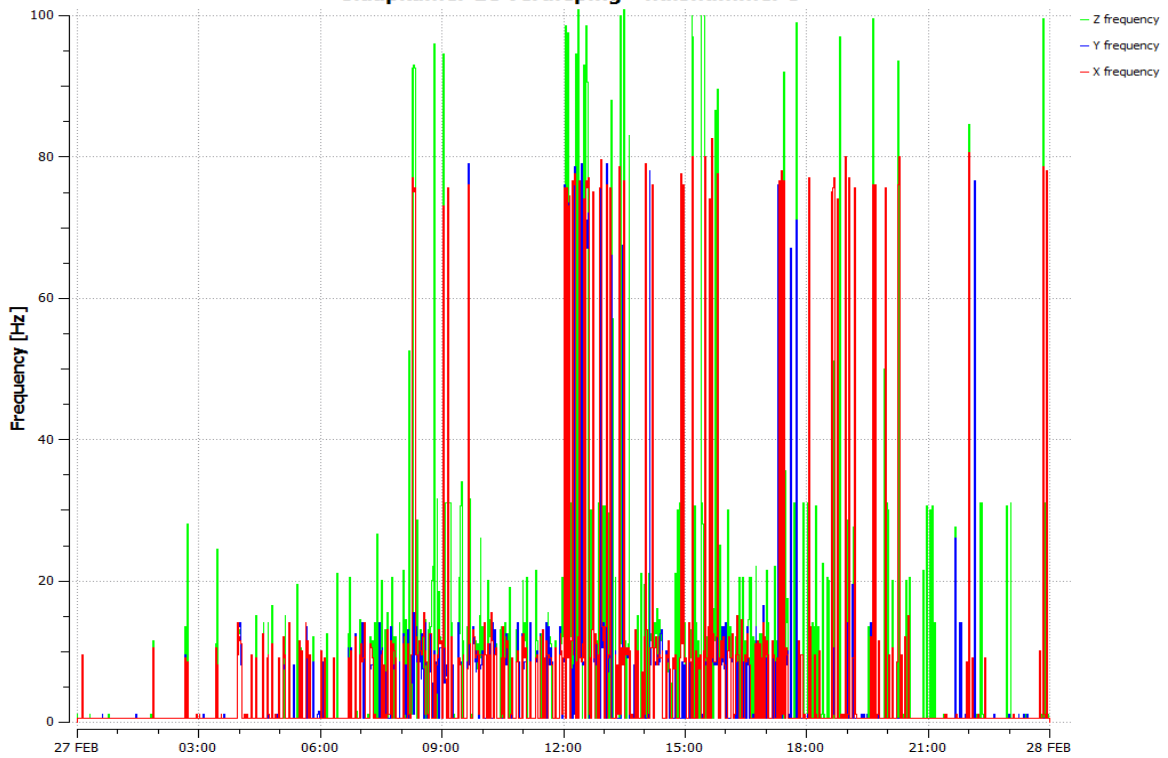


Woensdag 27 februari 2013

slaapkamer 1e verdieping - huisnummer 3

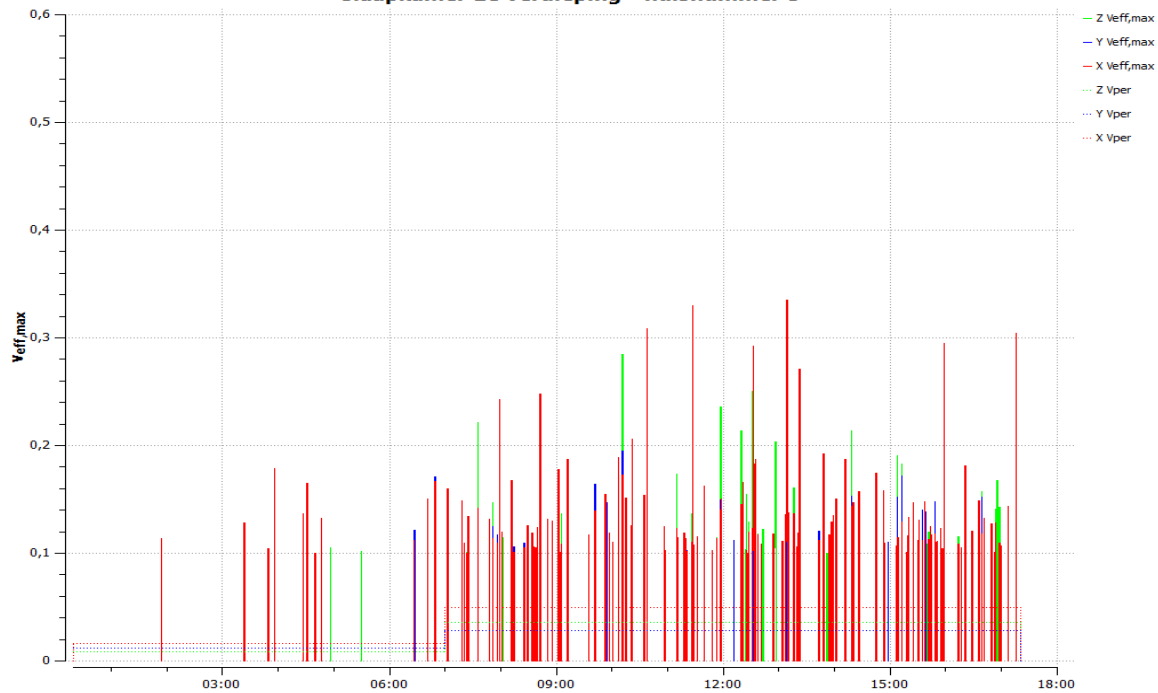


slaapkamer 1e verdieping - huisnummer 3

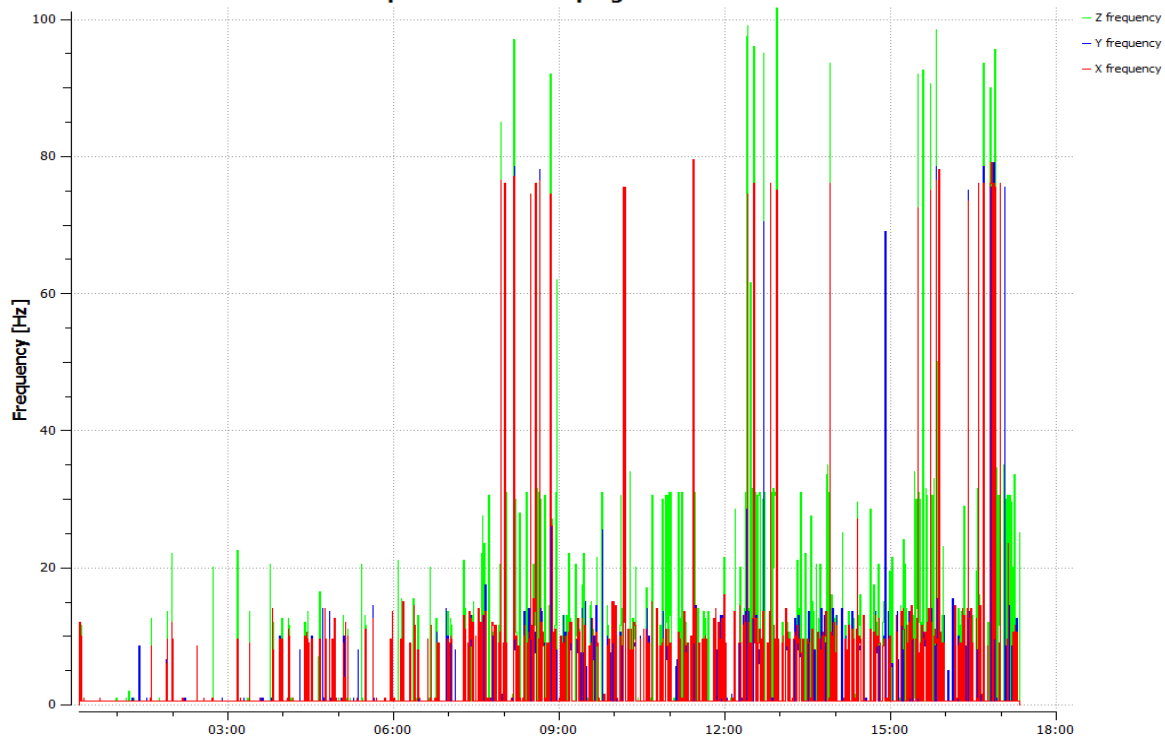


Donderdag 28 februari 2013

slaapkamer 1e verdieping - huisnummer 3

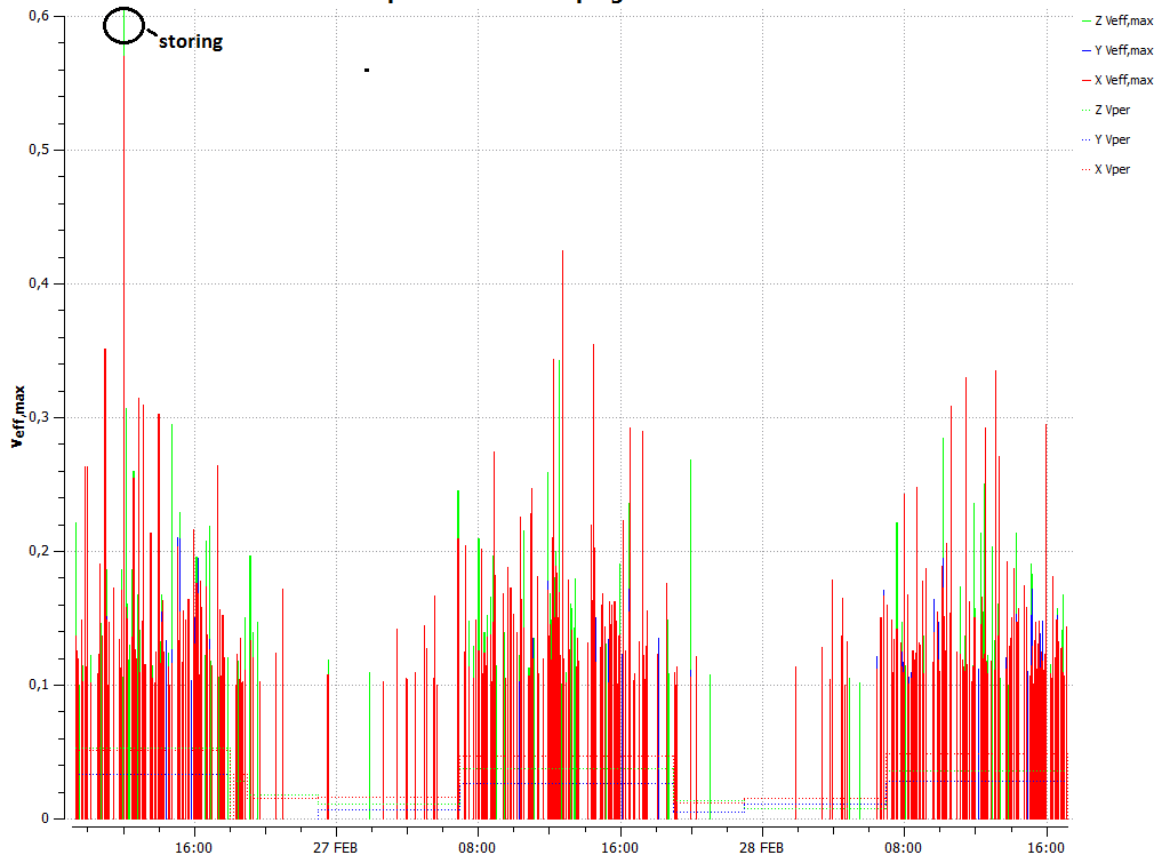


slaapkamer 1e verdieping - huisnummer 3



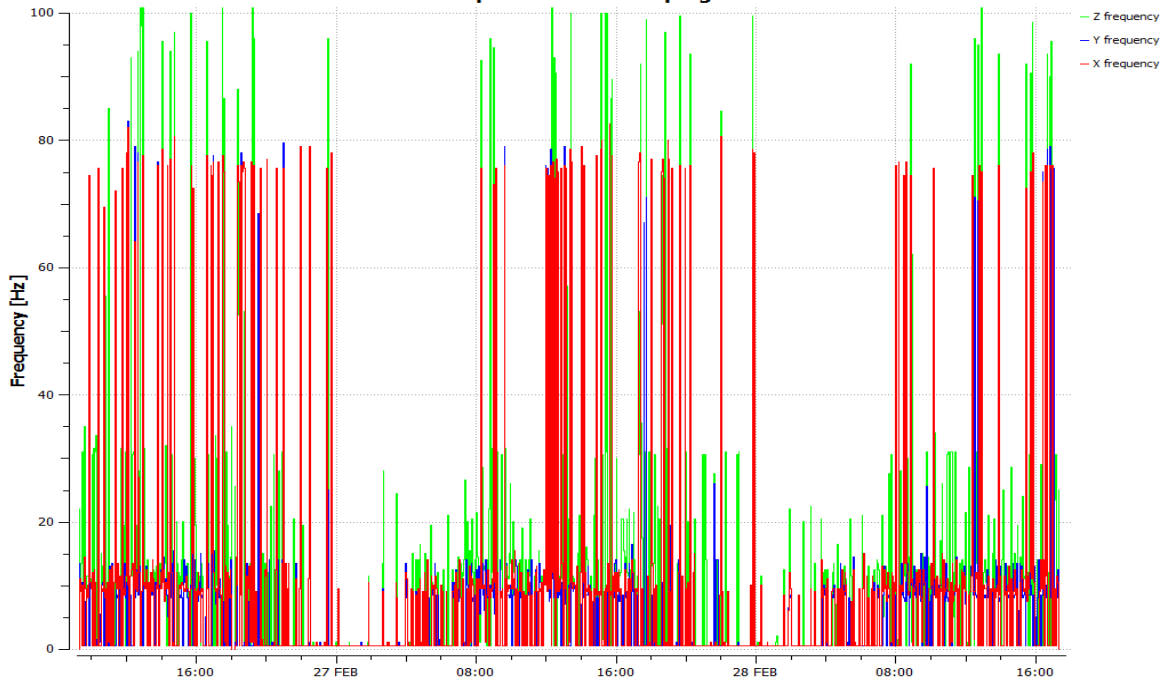
Dinsdag 26 tot en met 28 februari 2013

slaapkamer 1e verdieping -huisnummer 3



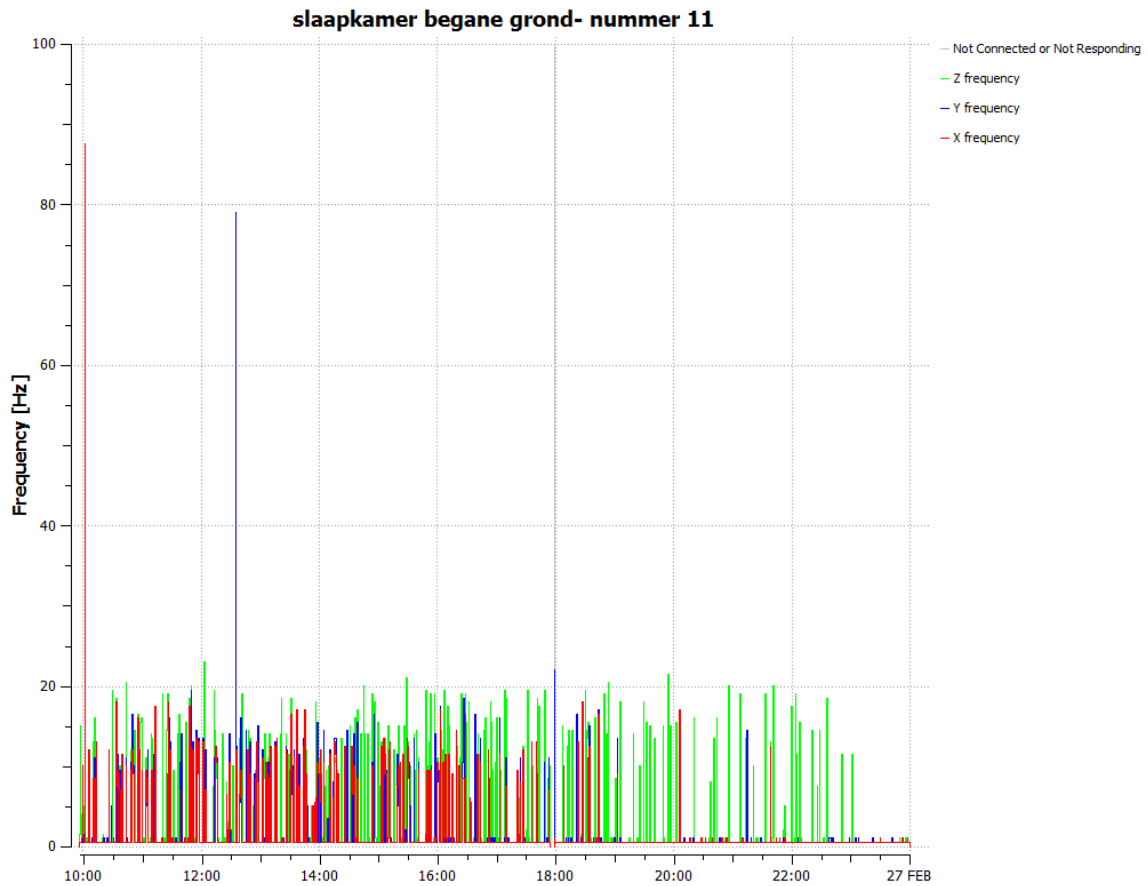
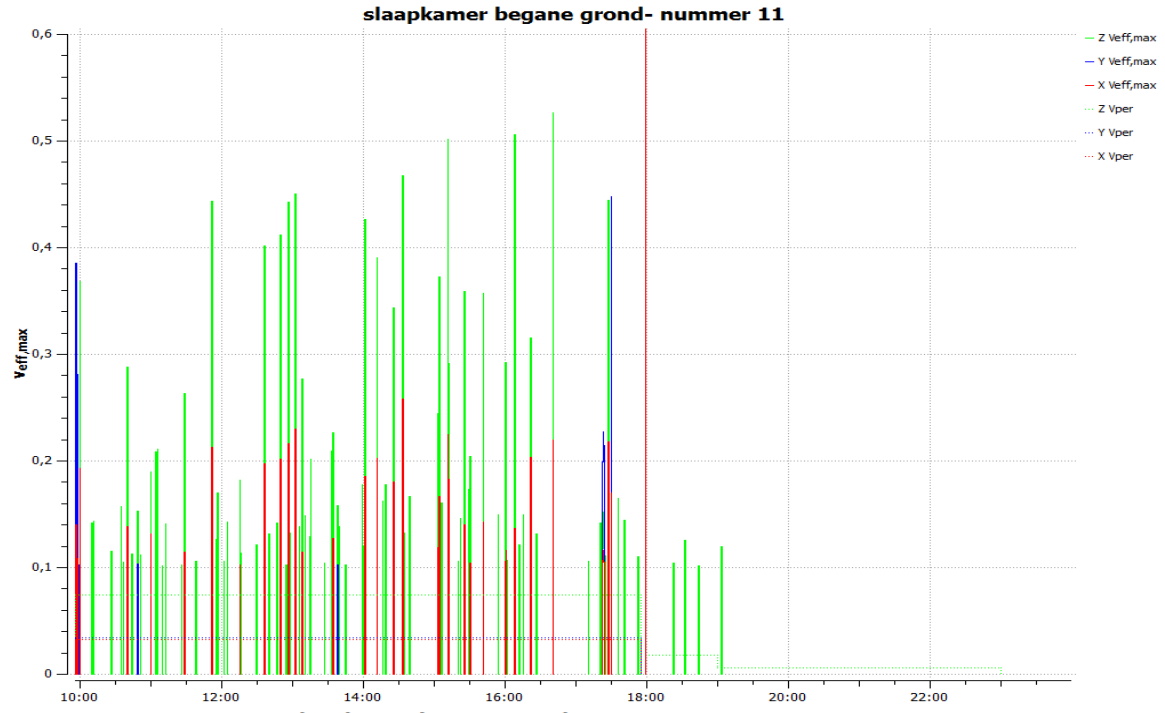
*storing: vergeleken met het buitenmeetpunt op 14 m (bodem) is dit een storing geweest

slaapkamer 1e verdieping

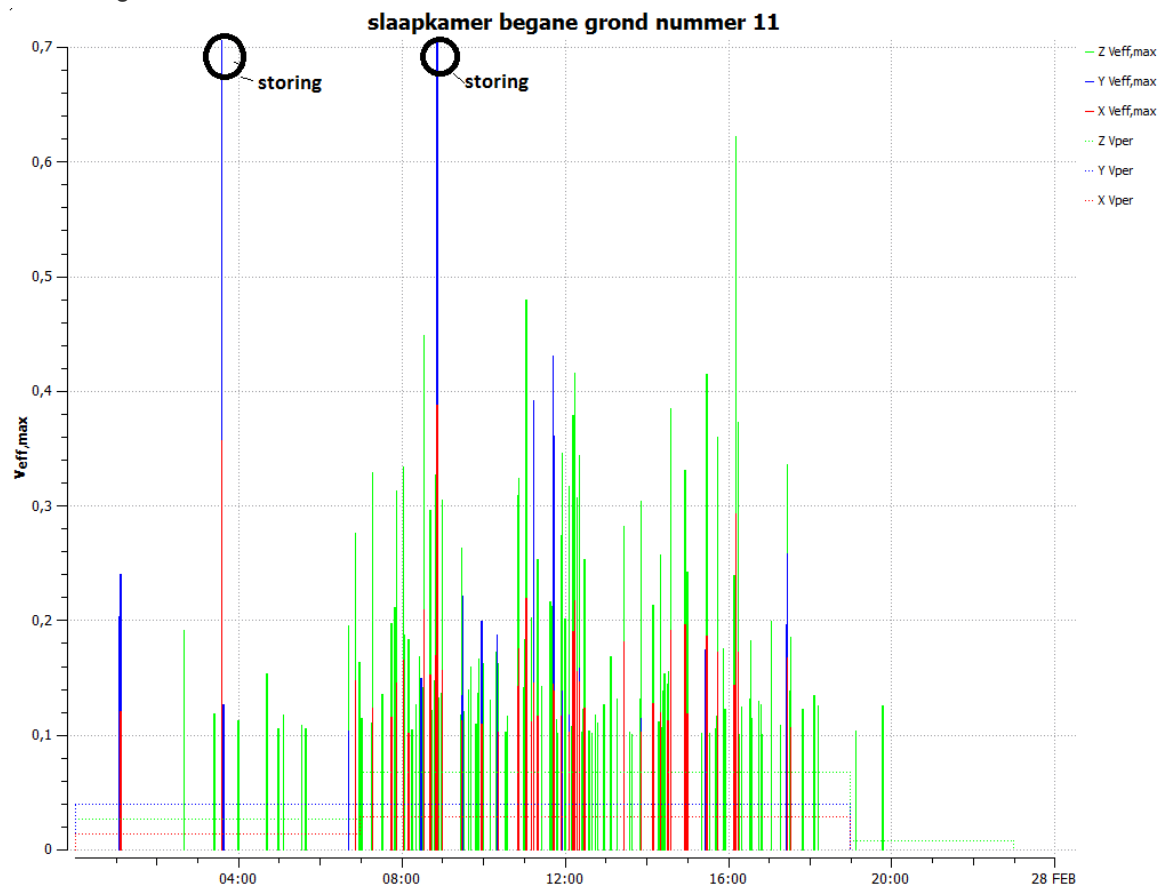


Woning Noord-Zuidweg nummer 11 - slaapkamer begane grond

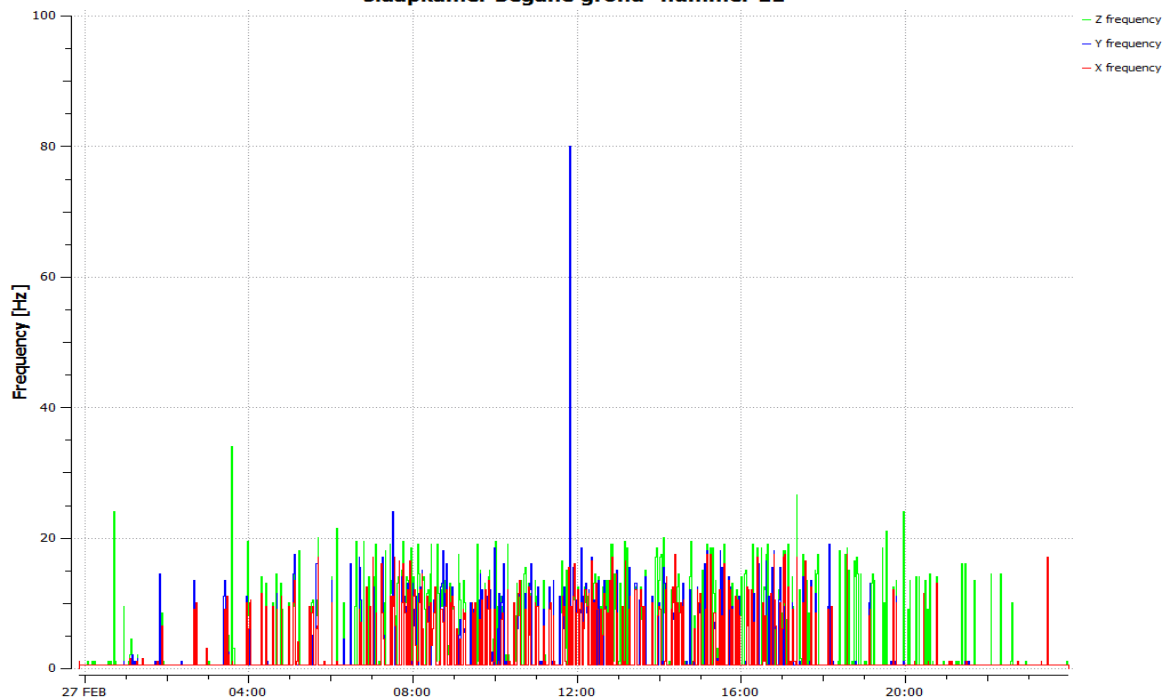
Dinsdag 26 februari 2013



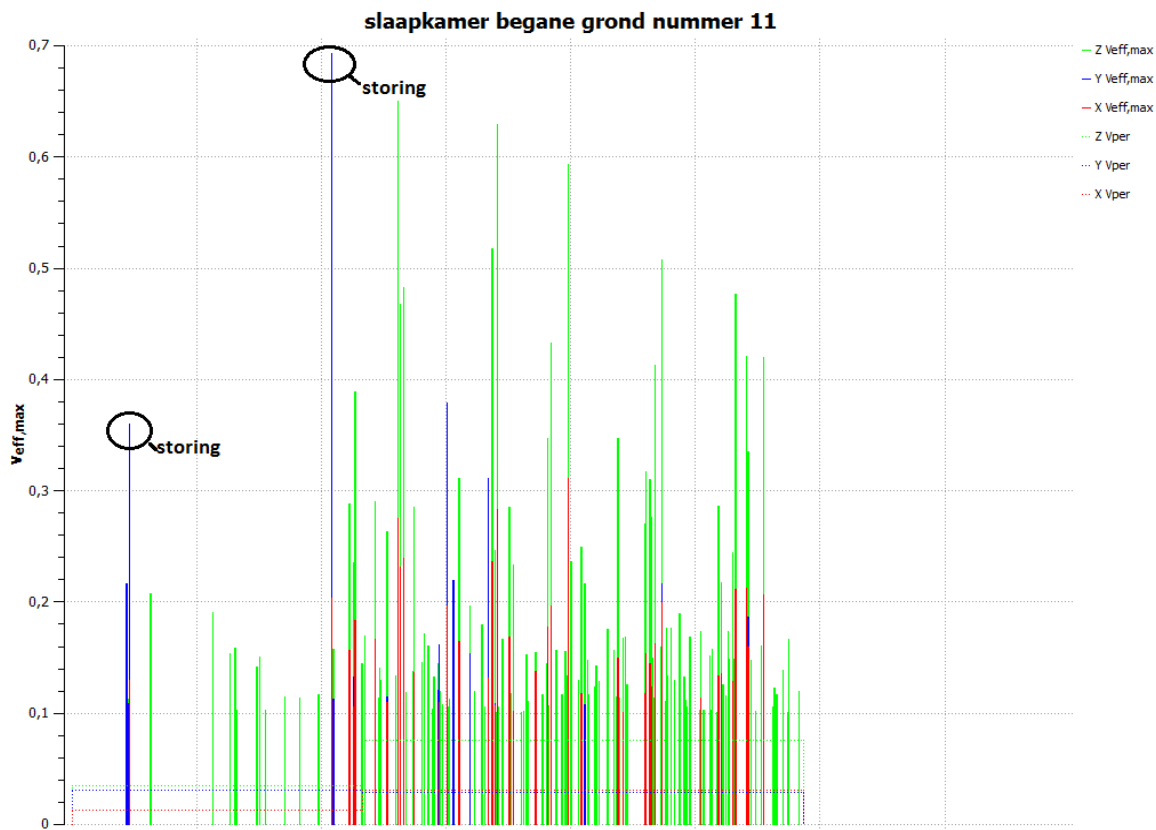
Woensdag 27 februari



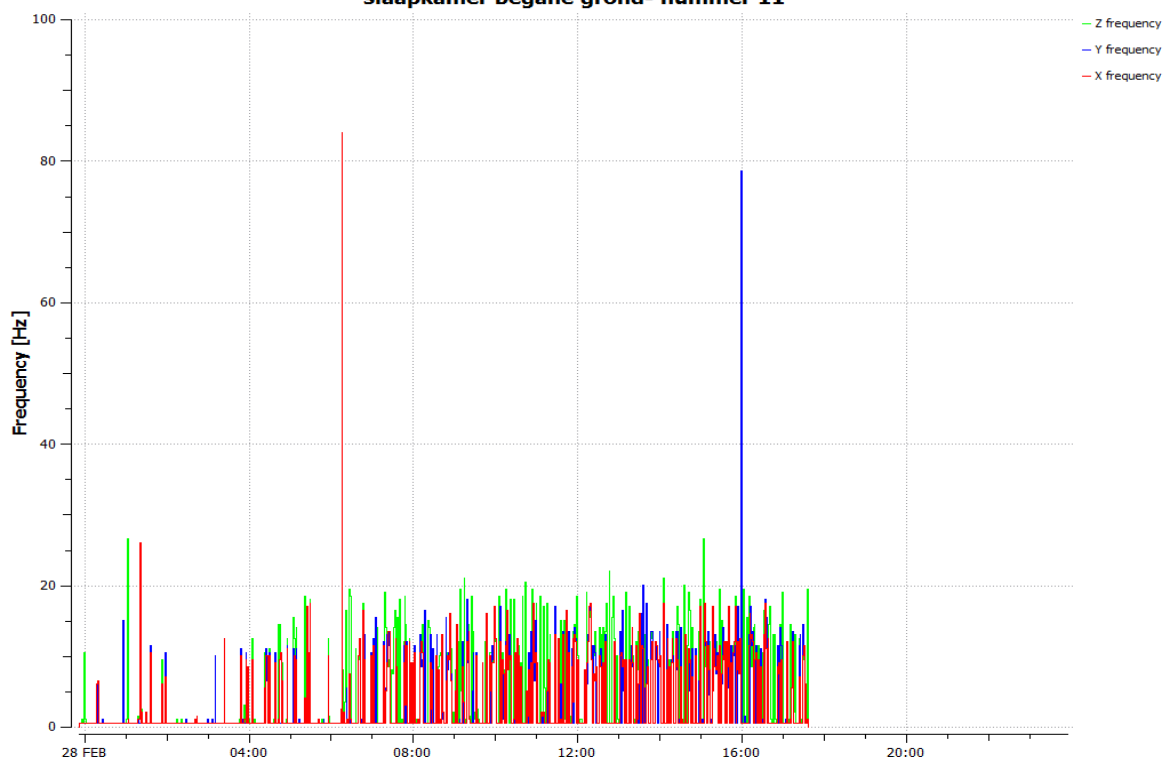
* storing: vergeleken met het buitenmeetpunt op 14 m (bodem) zijn dit storingen geweest
slaapkamer begane grond- nummer 11



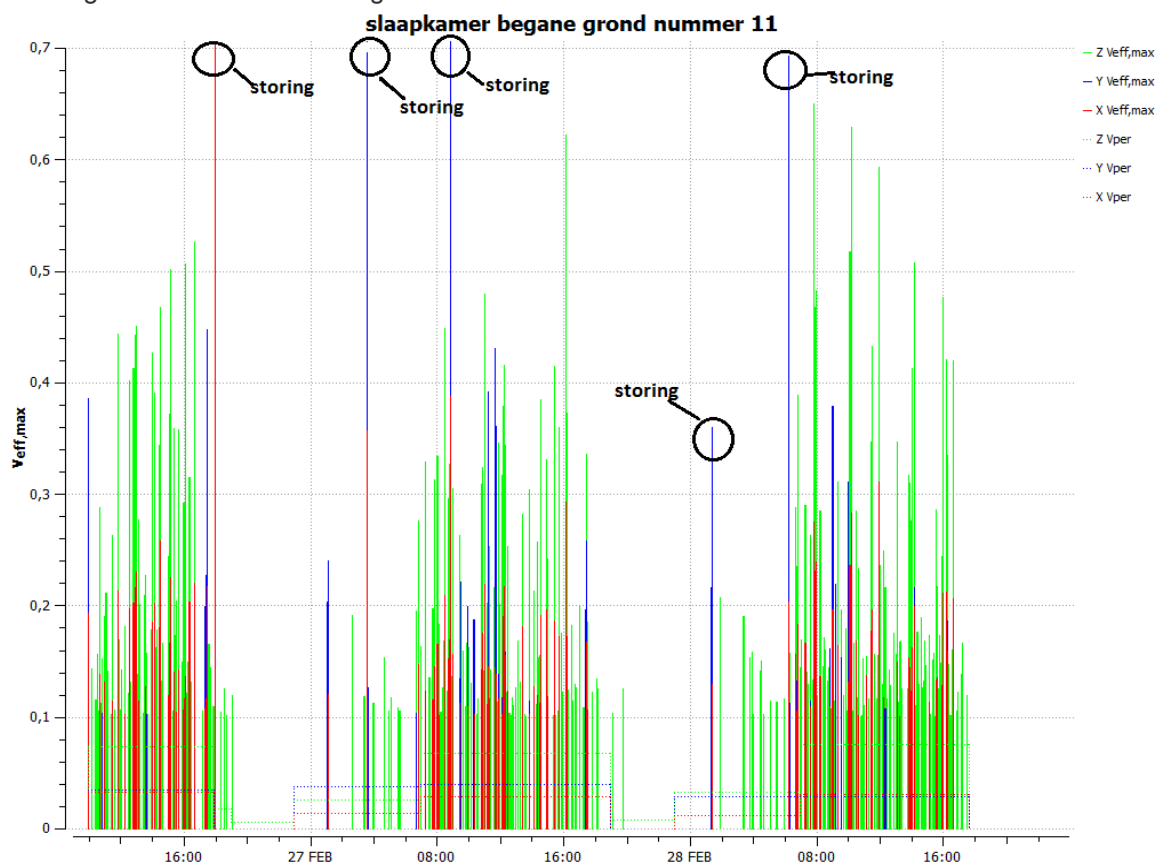
Donderdag 28 februari 2013



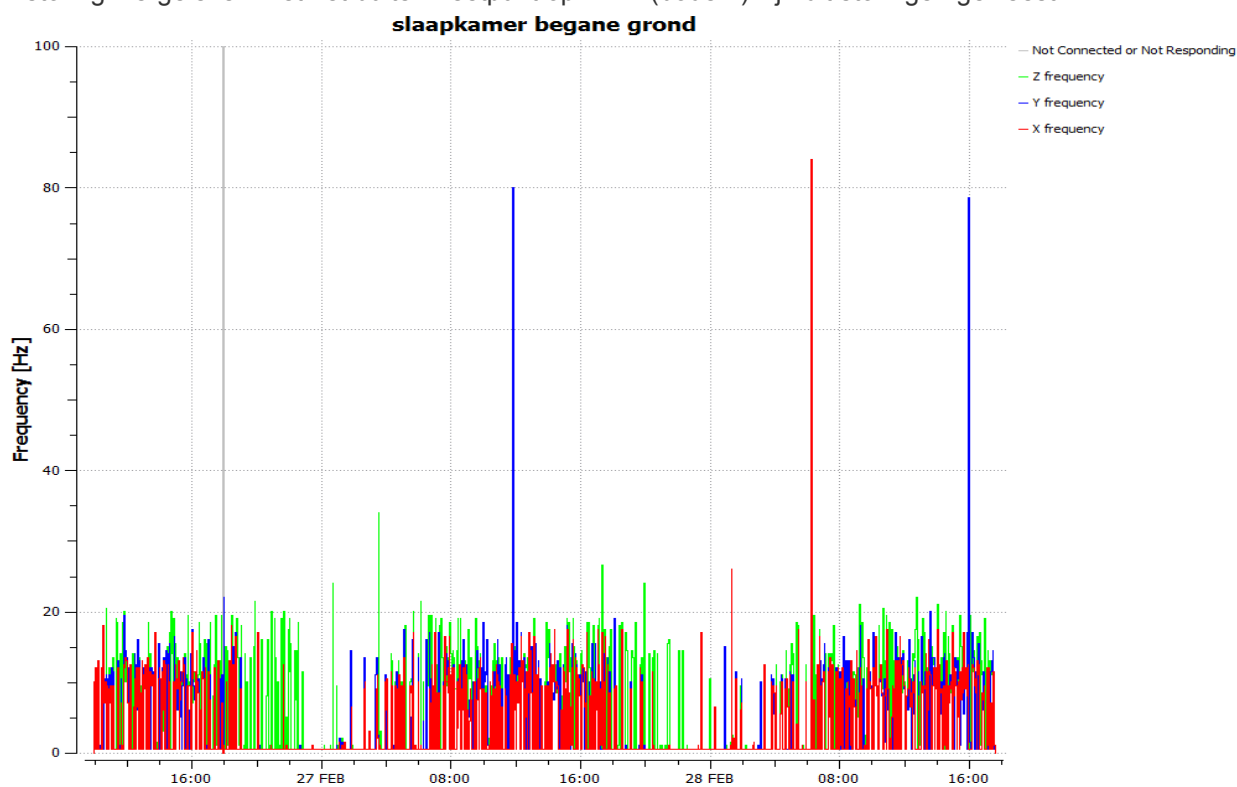
* storing: vergeleken met het buitenmeetpunt op 14 m (bodem) zijn dit storingen geweest
slaapkamer begane grond- nummer 11



Dinsdag 26 februari - donderdag 28 februari 2013



* storing: vergeleken met het buitenmeetpunt op 14 m (bodem) zijn dit storingen geweest

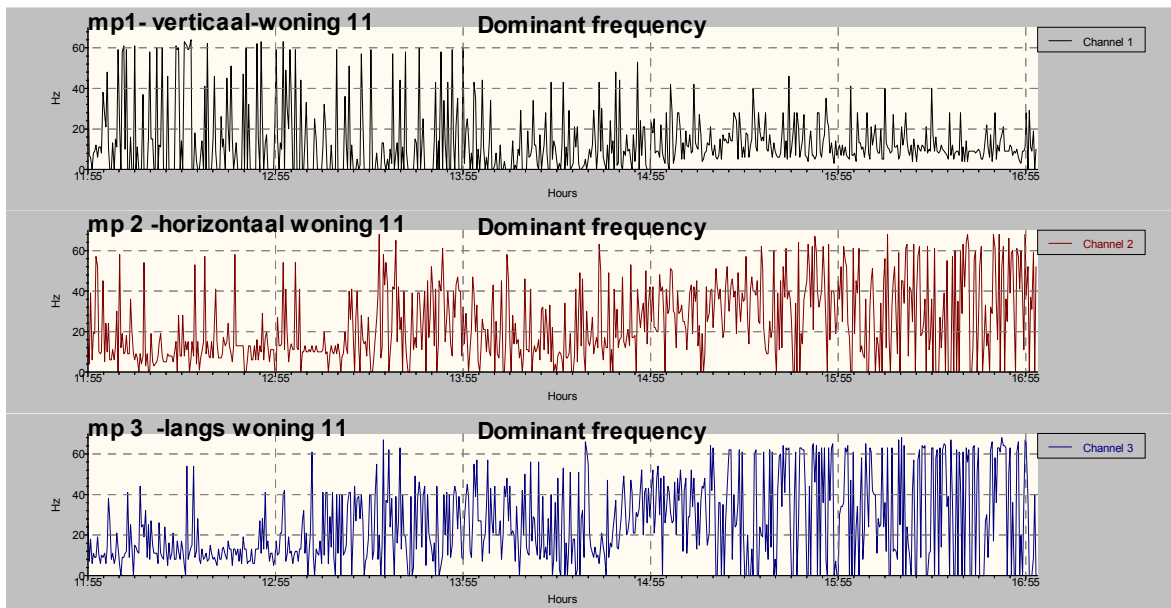
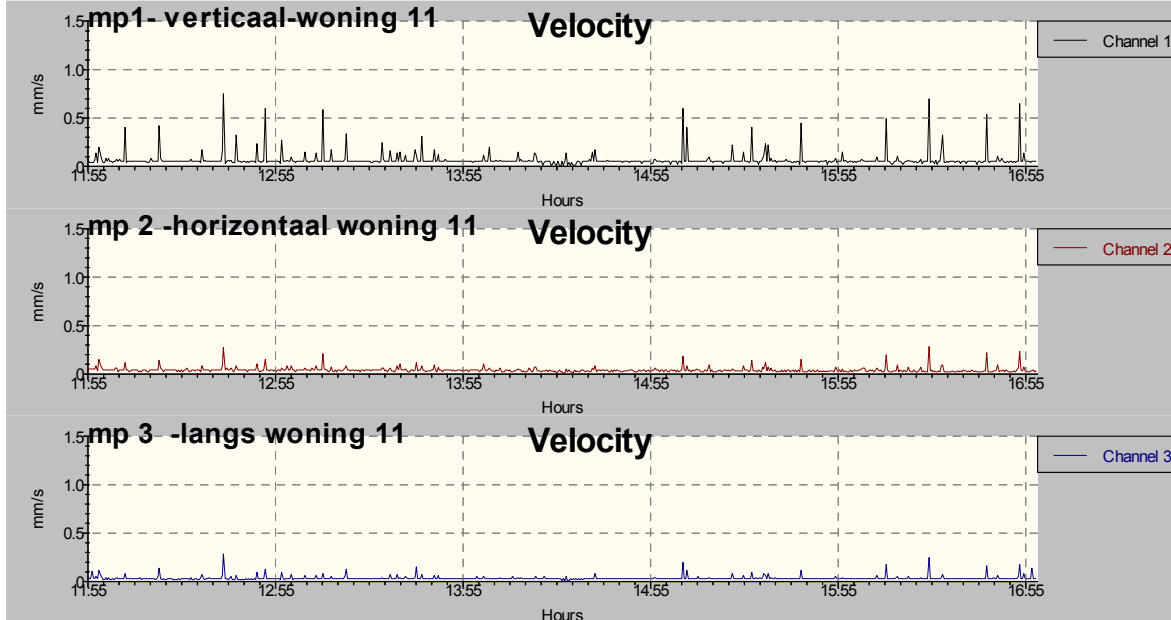


Bijlage II

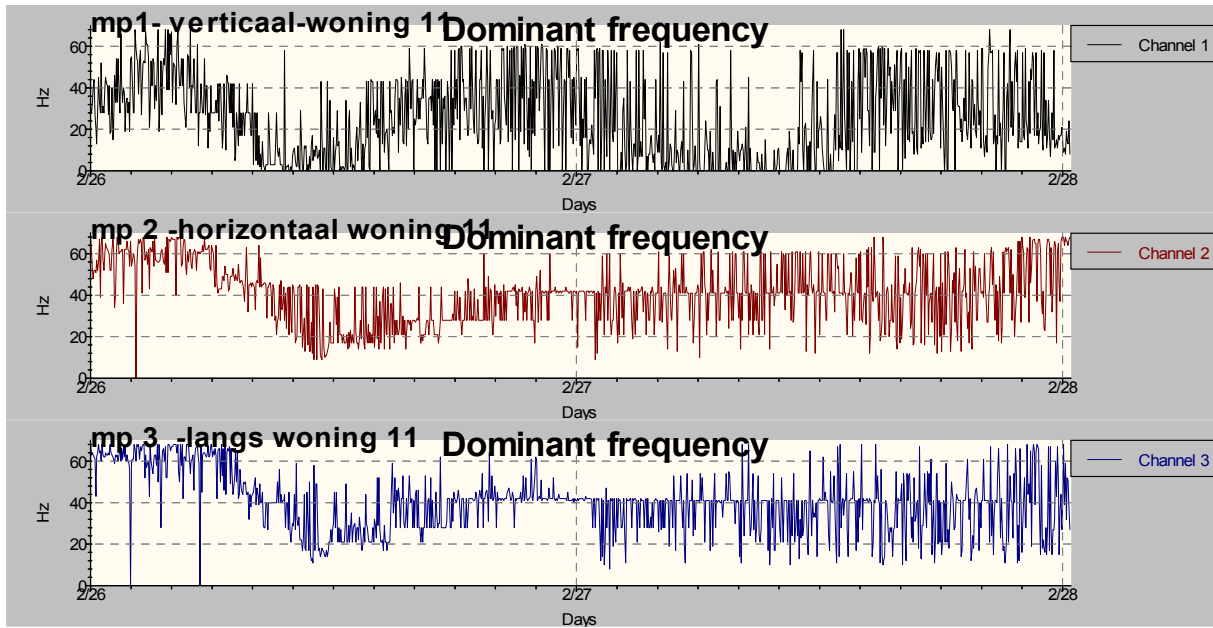
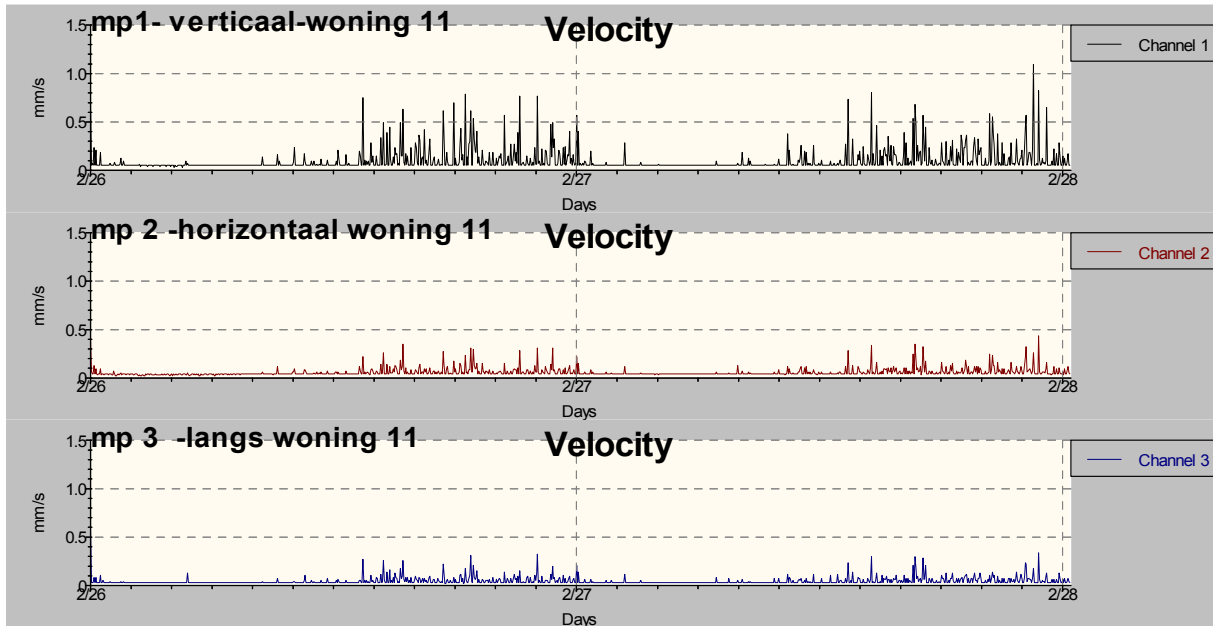
Grafische uitvoer meetresultaten ten gevolge van schade

Woning Noord-Zuidweg nummer 11 - fundatie

26 februari (dagperiode) 2013



26 februari (avondperiode) - 28 februari 2013



Bijlage III
Foto's



Ter hoogte Noord Zuidweg nummer 11



Wegdek ter hoogte Noord Zuidweg nummer 11



Wegdek ter hoogte Noord Zuidweg nummer 11



Noord Zuidweg nummer 3



Meetpunt vloer slaapkamer eerste verdieping,
Noord Zuidweg nummer 3



Ter hoogte Noord Zuidweg woning 3

Bijlage IV

Verklarende woordenlijst

Verklarende woordenlijst

| | |
|--|--|
| Trilling: | Een variatie van de verplaatsing (u in [$\mu\text{m/s}$]), snelheid (v in [mm/s]), versnelling (a in [m/s^2]), als functie van de tijd, die de beweging of positie van een systeem beschrijft. |
| Frequentie f in [Hz]: | De reciproke van de trillingstijd: $f = 1/T$ (Trillingstijd T = de kleinste verschuiving in de tijd waarbij een periodieke tijdsfunctie met zichzelf samenvalt). |
| Continue trilling: | Een trilling die ten opzichte van de grootste trillingstijd (laagste eigenfrequentie) gedurende een lange tijd aanwezig is. |
| Herhaald voorkomende trilling: | Kortdurende trilling door weg- of railverkeer (waaronder ook mobiele bronnen zoals heftrucks, kranen, e.d.) met een repeterend karakter. |
| Kortdurende trilling: | Trilling met een kortdurend (doorgaans korter dan enkele seconden), uitdempend karakter. De trilling wordt veroorzaakt door een stootvormige aanstoting. |
| Niet stationaire trilling: | Continue trilling waarvan de sterkte als functie van de tijd niet constant is, of een kortdurende trilling. |
| Beoordelingsperiode: | Een tijdsinterval waarin de dag wordt verdeeld voor toetsing van de trillingsterkte aan de streefwaarden: <ul style="list-style-type: none"> - de dagperiode van 07.00 tot 19.00 uur; - de avondperiode van 19.00 tot 23.00 uur; - de nachtperiode van 23.00 tot 07.00 uur. |
| Trillingsterkte ('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 trillingssterkte verstaan de effectieve waarde van de gewogen trillinggrootte. |
| Topwaarde: | De in absolute zin grootste afwijking van een grootheid ten opzichte van de gemiddelde waarde gedurende een zeker tijdsinterval. |
| V_{max}: | De grootste, dimensieloze waarde van de $v_{\text{eff,max}}$. |
| $V_{\text{eff,max}}$: | De grootste, dimensieloze waarde van de voortschrijdende effectieve waarde van de momentane trillinggrootte $v_{\text{eff}}(t)$. |
| V_{per}: | De dimensieloze trillingsterkte over de beoordelingsperiode dag-, avond- of nacht. Deze wordt bepaald op basis van de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van de maxima $v_{\text{eff,max},30,i}$ (ofwel $v_{\text{eff,max}}$ waarden bepaald over meetperioden van 30 sec., met een tijdsconstante welke overeenkomt met de meterstand 'fast' bij het meten van geluidrukniveaus). |

$$v_{\text{per,meet}} = \sqrt{\left[\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n v_{\text{eff,max},30,i}^2 \right]}$$

Weegfunctie SBR-B: Een van de frequentie afhankelijke weegfunctie voor de trillingsnelheid, boven 16 Hz vrijwel evenredig met de trillingsnelheid, eronder afnemend.

$$|H_v(f)| = \frac{1}{v_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (1 + f_0 / f)^2}} \text{ in [s/mm]}$$