



## **Nannoka Vulcanus Industries B.V.**

*Onderzoek naar trillingen in de woonomgeving ten  
gevolge van Nannoka Vulcanus*



## **Nannoka Vulcanus Industries B.V.**

### *Onderzoek naar trillingen in de woonomgeving ten gevolge van Nannoka Vulcanus*

opdrachtgever	Nannoka Vulcanus Industries B.V.
rapportnummer	FH 1207-5-RA-002
datum	9 juli 2015
referentie	GvL/GvL/KS/FH 1207-5-RA-002
verantwoordelijke	ing. G.R.M. van Leemput
opsteller	ing. G.R.M. van Leemput +31 24 3570729 g.vanleemput@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 24 357 07 07, 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 en samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>2 Uitgangspunten</b>	<b>5</b>
2.1 Gewijzigde trillingvoorschriften	5
2.2 Eerdere onderzoeken en getroffen maatregelen	6
<b>3 Metingen</b>	<b>8</b>
3.1 Beschrijving verrichte metingen	8
3.2 Meetmethode en meetinstrumenten	8
3.3 Meetresultaten	9
3.3.1 Inventarisatie trillingbronnen	9
3.3.2 Metingen in woning	10
<b>4 Conclusies</b>	<b>13</b>

## 1 Inleiding en samenvatting

Door de Gedeputeerde Staten van Gelderland zijn, middels een ambtshalve wijziging, de trillingvoorschriften in de omgevingsvergunning van Nannoka Vulcanus aangepast.

Bij uitspraak van 9 april jl. van de Rechtbank Arnhem is het verzoek van Vulcanus om een voorlopige voorziening door de voorzieningenrechter afgewezen. Op basis van voorschrift 3.8.4 in de vergunning dient nu binnen drie maanden na de bovengenoemde uitspraak (aanvullend) onderzoek te worden uitgevoerd naar mogelijke maatregelen om te kunnen voldoen aan de grenswaarden zoals genoemd in voorschrift 3.8.2 van de vergunning.

Teneinde gevolg te geven aan voorschrift 3.8.4. zijn d.d. 4 juni 2015 trillingmetingen verricht in de woning aan de Keppelseweg 354 te Doetinchem, zijnde de woning waar in het verleden de hoogste trillingniveaus werden gemeten. De metingen zijn uitgevoerd op slaapkamers op de eerste en op de tweede verdieping. Gelijktijdig zijn trillingmetingen uitgevoerd in de gieterij.

De metingen zijn zowel gericht op de leesband als ook op andere mogelijk relevante trillingbronnen in de gieterij.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat het woningblok tegenover Vulcanus dichtbij de resonantiefrequentie in horizontale richting wordt aangestoten waardoor een kantelbeweging om de lengte-as van het woningblok optreedt. Dit resonantieverschijnsel is maximaal bij een trilfrequentie van (ruim) 8 Hz. Gelet op het bovenstaande zijn maatregelen getroffen, gericht op het "uit elkaar brengen" van de trilfrequentie van de leesband en de resonantiefrequentie van het woningblok.

In de laatst onderzochte situatie (najaar 2010) was de trilfrequentie van de leesband reeds verlaagd van de oorspronkelijke 7,8 Hz tot 6,7 Hz. Teneinde de gewenste transportsnelheid van de gietstukken op de band te waarborgen was tevens het aantal schroefveren onder de leesband verlaagd (van 95 naar 73 stuks).

De horizontale maximale trillingsterkte ( $v_{\max}$ ) in woning nr. 354 was hierdoor reeds afgenomen van circa 0,4 naar 0,25.

Dit voorjaar zijn door Vulcanus nog eens 20 extra veren vanonder de leesband weggehaald (nu nog 53 van de oorspronkelijke 95 veren aanwezig) en is de trilfrequentie verder verlaagd waardoor het verschil in trilfrequentie van de leesband en de resonantiefrequentie van het woningblok nog verder is toegenomen.

Uit de resultaten van de op 4 juni jl. verrichte metingen blijkt dat de trillingniveaus, zowel in horizontale richting als in verticale richting aanmerkelijk zijn afgenomen ten opzichte van laatst onderzochte situatie.

Vastgesteld kan worden dat in de huidige situatie (juist) wordt voldaan aan het trillingvoorschrift 3.8.2.

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Gewijzigde trillingvoorschriften

Door de Gedeputeerde Staten van Gelderland zijn, middels een ambtshalve wijziging, de trillingvoorschriften in de omgevingsvergunning van Nannoka Vulcanus aangepast. De gewijzigde trillingvoorschriften luiden als volgt:

#### 3.8. Trillingshinder

##### 3.8.1

Het meten en berekenen van de trillingsniveaus en het beoordelen van de meetresultaten moet plaatsvinden overeenkomstig de meet- en beoordelingsrichtlijn trillingen van de SBR, deel B, Hinder voor personen in gebouwen, uitgave augustus 2002.

##### 3.8.2

De trillingen veroorzaakt door de in de inrichting aanwezige toestellen en installaties en de door de in de inrichting te verrichten werkzaamheden en/of activiteiten, mogen in woningen en andere trillingsgevoelige bestemmingen van derden niet hoger zijn dan één van de volgende waarden:

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

gebouw functie	dag en avond (07.00-23.00uur)			nacht (23.00-07.00 uur)		
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_1$	$A_2$	$A_3$
wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

##### 3.8.3

De beoordelingswaarden zijn niet van toepassing als de bewoner van de beoordelingsruimte geen toestemming geeft voor het uitvoeren van de benodigde trillingsmetingen.

##### 3.8.4

Uiterlijk binnen drie maanden na inwerking treden van dit besluit, moet vergunninghouder een onderzoek uitvoeren naar mogelijke maatregelen om te kunnen voldoen aan de waarden zoals genoemd in voorschrift 3.8.2. De rapportage van het onderzoek bevat ten minste:

- Een inventarisatie van de aanwezige trillingsbronnen;
- De te treffen maatregelen per trillingsbron;
- Een beschrijving van de milieueffecten (kwalitatief en kwantitatief) van de te treffen maatregelen;
- De exploitatie- en investeringskosten van de maatregelen;
- De wijze van financiering van de onder c. te maken kosten;
- Het tijdpad van de realisatie van de onder a. gekozen maatregelen.

De rapportage moet uiterlijk binnen drie maanden na inwerking treden van dit besluit aan bevoegd gezag te worden overgelegd.

Het onderzoek moet tenminste rekening houden met de mogelijkheden tot het voorkomen van trillingen dan wel het reduceren van trillingen:

- zoals deze staan vermeld in het:
  - BBT-document "Beste Beschikbare Technieken voor de gieterijen", opgesteld door het Vlaams Kenniscentrum voor Best beschikbare Technieken (Vito) in opdracht van Vlaams Gewest met kenmerk 2000/IMS/P/039, d.d. maart 2001;
  - Trillingsrapport opgesteld door Dgmr van 29 mei 2008 met kenmerk I.2006.0805.22.R001 versie 2;
- ten aanzien van het wijzigen van de bedrijfsvoering door het beperken van de bedrijfsduur door al of niet uitbesteding van werkzaamheden en/of verplaatsen van werkzaamheden die trillingshinder veroorzaken.

### 3.8.5

Uiterlijk negen maanden na inwerking treden van dit besluit, moet vergunninghouder de maatregelen uit voorschrift 3.8.4 hebben gerealiseerd.

### 3.8.6

Het voldoen aan de normstelling als opgenomen in voorschrift 3.8.2 moet na realisatie van de maatregelen binnen drie maanden aan de hand van trillingsmetingen te worden vastgesteld. De trillingsmetingen moeten voldoen aan voorschrift 3.8.1.

Bevoegd gezag moet ten minste 10 werkdagen van te voren worden geïnformeerd over de opzet van de trillingsmetingen en ten minste 5 werkdagen van te voren worden geïnformeerd worden over datum en tijdstip waarop trillingsmetingen plaatsvinden. Rapportage van de trillingsmetingen moet binnen twaalf maanden na inwerking treden van dit besluit aan bevoegd gezag worden overgelegd.

Door de voorzieningenrechter is aangegeven dat de in de vergunning genoemde termijnen ingaan op de datum van de uitspraak (9 april 2015). Onderhavig onderzoek geldt als onderzoek als bedoeld in voorschrift 3.8.4. van de vergunning.

## 2.2 Eerdere onderzoeken en getroffen maatregelen

In oktober 2008 zijn simultaan trillingmetingen verricht in een tweetal woningen aan de Keppelseweg en op de BMD-leesband in de IJzergieterij. De metingen hadden in eerste aanleg tot doel inzicht te verkrijgen (in relatieve zin) in het ontstaansmechanisme achter de trillingproblemen in de woningen.

Uit de metingen bleek dat met name in de horizontale richting, loodrecht op de bewegingsrichting van de leesband, relatief hoge trillingniveaus optraden. Gebleken is dat sprake is van een zeer uitgesproken resonantie van de woning (kantelbeweging van het woningblok dwars op de bewegingsrichting van de leesband) omdat de aangeboden trilfrequentie vrijwel samenvalt met de betreffende resonantiefrequentie van het woningblok.

Aanbevolen werd om de aanstuurfrequentie van de aandrijfmotor van de leesband te verlagen. De aangeboden trilfrequentie komt hiermee verder van de resonantiefrequentie

van de woningen af te liggen waardoor “opslingering” van de trilling zal afnemen. Dit reducerende effect wordt groter naarmate de trilfrequentie verder van de resonantiefrequentie af komt te liggen.

Teneinde bij deze (lagere) frequentie de amplitude van de leesband tot de oorspronkelijke waarde terug te brengen, hetgeen noodzakelijk is voor een goede werking, is tevens aanbevolen het aantal schroefveren waarop de leesband is geplaatst te reduceren.

In de periode van 2008 tot 2010 is stapsgewijs de aanstuurfrequentie van de leesband en het aantal schroefveren onder de leesband steeds verder verlaagd. In de laatst onderzochte situatie (november 2010) was de aanstuurfrequentie verlaagd tot 43 Hz (overeenkomend met een trilfrequentie van 6,7 Hz) en was het aantal schroefveren teruggebracht tot 73 stuks (van de oorspronkelijke 95 stuks).

De horizontale maximale trillingsterkte ( $v_{\max}$ ) in woning nr. 354 was hierdoor reeds afgenomen van circa 0,4 naar 0,25.

Opgemerkt zij dat het voorgaande onderzoek met name was gericht op de horizontale trillingsrichting, dwars op de Keppelseweg, omdat in deze richting de hoogste trillingniveaus optraden. In verticale richting traden echter eveneens trillingniveaus op hoger dan de in voorschrift 3.8.2. aangegeven grenswaarden. Het is goed mogelijk dat voor de verticale richting ook andere trillingbronnen een rol spelen. Om die reden is in onderhavig onderzoek ook aandacht besteed aan andere bij Vulcanus aanwezige trillingbronnen.

Naar aanleiding van de uitspraak van de voorzieningenrechter zijn door Vulcanus dit voorjaar nog eens 20 extra veren vanonder de leesband weggehaald (nu nog 53 van de oorspronkelijke 95 veren aanwezig) en is de trilfrequentie verder verlaagd waardoor het verschil in trilfrequentie van de leesband en de (horizontale) resonantiefrequentie van het woningblok nog verder is toegenomen.

### 3 Metingen

#### 3.1 Beschrijving verrichte metingen

D.d. 4 juni 2015 zijn trillingmetingen verricht in de gieterij van Vulcanus en in de woning aan de Keppelseweg 354 te Doetinchem.

In eerste instantie heeft een inventarisatie plaatsgevonden van (mogelijke) trillingbronnen in de gieterij en zijn de bijbehorende karakteristieke trilfrequenties van de betreffende installaties vastgelegd. Hierbij kunnen specifiek worden genoemd:

- de leesband
- de uitbreekroosters
- de 'Flüsterrinne'
- de trilgoot van de zandbereiding
- de zandmenger
- de BMD hangbaan
- de BMD doorloopstraalmachine
- de schudrooster(s) van de doorloopstraalmachine
- de CNC slijp/freesstations.

Vervolgens zijn in de slaapkamer op de eerste verdieping en in de slaapkamer op de tweede verdieping van de woning trillingmetingen verricht tijdens representatief bedrijf bij Vulcanus (met alle relevante installaties in bedrijf) en tijdens specifieke bedrijfssituaties waarbij stapsgewijs machines zijn uitgeschakeld.

Ook is gekeken naar de (mogelijke) invloed van het chargeerstation op de trillingniveaus in de woning.

De metingen in de woning zijn verricht in drie trillingsrichtingen (x, y en z) waarbij zij aangemerkt dat, gelet op de meetresultaten uit het verleden, de focus met name is gericht op de horizontale richting, dwars op de Keppelseweg, voor de slaapkamer op de tweede verdieping en op de verticale richting voor de slaapkamer op de eerste verdieping.

#### 3.2 Meetmethode en meetinstrumenten

De metingen zijn, voor zover als mogelijk, uitgevoerd volgens de richtlijn van de Stichting Bouwresearch, deel B "Hinder voor personen in gebouwen" (SBR-richtlijn, deel B) van augustus 2002.



De metingen werden uitgevoerd met behulp van de volgende instrumenten:

- Trillingrecorder, fabricaat SYSCOM, type MR2002-CE met trillingopnemer, fabricaat SYSCOM, type MS2003+;
- Trillingmeter, fabricaat Rion, type VM83 met trillingopnemers, fabricaat Brüel & Kjær, type 4370;
- Conditioning Amplifier, fabricaat Brüel & Kjær, type Nexus 2692 met trillingopnemers, fabricaat Brüel & Kjær, type 4370;
- Level recorder, fabricaat Brüel & Kjær, type 2307;
- Trilling ijkbron, fabricaat Brüel & Kjær, type 4291;
- Compact Flash (CF) recorder, fabricaat Tascam, type HD-P2;
- Fast Fourier Analyser, fabricaat Ono Sokki, type CF-7200.

### 3.3 Meetresultaten

#### 3.3.1 Inventarisatie trillingbronnen

De inventarisatie van de (mogelijke) trillingbronnen bij Vulcanus heeft het volgende resultaat opgeleverd, zie tabel 3.1.

##### t3.1 Resultaat inventarisatie (mogelijke) trillingbronnen in gieterij

Omschrijving machine	karakteristieke trilfrequenties f in Hz				Op machine gemeten trillingsnelheid in mm/s
Leesband (huidige instelling)	5,9	11,9	17,8		80
Uitbreekroosters			16,5	16,6	190
Flüsterinne	10,8	12,5			95
Trilgoot zandbereiding			16,6		230
Schudrooster doorloopstraalmachine			16,6	33,2	49,9
Zandmenger	6,9	13,8			2,6
BMD hangbaan	7,0	13,9	16,5	24,8	49,2
BMD trommelstraalmachine				34	49,2
CNC slijp/freesstations	geen relevante karakteristieke frequenties aanwezig				0,2

Opgemerkt wordt dat, voor wat betreft de leesband, de frequentie 5,9 Hz als meest dominant kan worden aangemerkt.

Op basis van het bovenstaande kan reeds worden vastgesteld dat, gelet op de gemeten trillingsnelheden, de laatste 4 machines zoals genoemd in tabel 3.1, zeer waarschijnlijk niet van invloed zijn op de trillingniveaus in de woning.

### 3.3.2 Metingen in woning

In eerste instantie zijn de metingen in de woning uitgevoerd voor de representatieve bedrijfssituatie bij Vulcanus met alle relevante installaties in bedrijf en de leesband aangestuurd op een frequentie van 38 Hz (trilfrequentie 5,9 Hz). Deze frequentie geldt als standaard aanstuurfrequentie bij het huidige aantal schroefveren onder de leesband (t.w. 53 stuks).

In de figuren I.1 t/m I.10 in bijlage I is een overzicht gegeven van het typische verloop van de KB-gewogen effectieve trillingsnelheden  $v_{\text{eff}}(t)$  (opvolgend) in de tijd voor de 3 richtingen (x, y en z), gemeten op de slaapkamervloer op de eerste verdieping.

De x-richting (kanaal 1) betreft de horizontale richting loodrecht op de Keppelseweg. De y-richting (kanaal 2) is de horizontale richting evenwijdig aan de Keppelseweg terwijl de z-richting (kanaal 3) de verticale richting betreft.

Duidelijk is te zien dat de gewogen trillingsnelheden (gewogen conform DIN4150/2 c.q. volgens functie H in de SBR-richtlijn:  $v_{\text{eff}}(t)$ ) in de horizontale richtingen (kanaal 1 en 2) ruimschoots lager zijn dan 0,1.

In verticale richting (kanaal 3) is sprake van een in de tijd sterk fluctuerende trillingsnelheid ("zweving"). De gewogen trillingsnelheid  $v_{\text{eff}}(t)$  blijft echter vrijwel de gehele tijd lager dan 0,1 of is hooguit (binnen de geldende meet- en rekennauwkeurigheid) gelijk aan 0,1.

Vastgesteld wordt dat in de huidige representatieve bedrijfssituatie bij Vulcanus, binnen de geldende meet- en rekennauwkeurigheid, op de slaapkamer op de eerste verdieping wordt voldaan aan voorschrift 3.8.2.

Uit de spectrale analyse van de metingen tijdens de representatieve bedrijfssituatie (zie figuur I.11) blijkt dat de trillingsnelheid in verticale richting wordt bepaald door trillingen bij frequenties rond 16,6 Hz. De bijdrage van de leesband (5,9 Hz) op de verticaal gemeten trillingsnelheden blijkt zeer beperkt. De periodiciteit van de "zweving" (de fluctuatie in de tijd van de trillingsnelheid) bedraagt 10 à 20 seconden. De maximale waarden van  $v_{\text{eff}}(t)$  binnen deze zwevingen variëren tussen 0,06 en 0,12. De minimale waarden van  $v_{\text{eff}}(t)$  binnen de zwevingen bedragen circa 0,02.

Het bovenstaande patroon van zwevingen kan worden verklaard door het gegeven dat meerdere trillingbronnen aanwezig zijn bij Vulcanus met een karakteristieke trilfrequentie tussen 16 en 17 Hz waarvan met name de uitbreekroosters en de 'trilgoot zandbereiding' als meest belangrijke kunnen worden aangemerkt. De zweving wordt veroorzaakt door een klein verschil in trilfrequentie tussen de afzonderlijke bronnen (verschil 0,05 à 0,1 Hz).

Indien van de meest maatgevende bronnen het verschil in trilfrequentie zou worden vergroot (bijvoorbeeld tot 2 Hz), zal de zweving worden opgeheven en zouden de 'maximale trillingsnelheden' diensgevolge (nog) verder kunnen afnemen.

Alleen door nader onderzoek kan worden gezien of bovenstaande maatregel bij uitbreekroosters, trilgoot zandbereiding of het schudrooster van de doorloopstraalmachine gerealiseerd zou kunnen worden.

Vervolgens is onderzocht of het chargeerstation van invloed is op de optredende trillingniveaus. Bij het 'chargeren' valt een batch van circa 750 kg aan schroot, cokes en

kalksteen van enige hoogte in een lorry waarna deze wordt afgevoerd naar de oven. Het chargeren treedt ongeveer eens in de 5 minuten op.

In figuur I.12 is het verloop van de gewogen trillingsnelheid  $v_{\text{eff}}(t)$  weergegeven tijdens de representatieve bedrijfssituatie. Op het tijdstip  $t = 11$  s vind een charge plaats. In het verloop van  $v_{\text{eff}}(t)$  is geen enkele invloed van het chargeren zichtbaar. Dit geldt zowel voor de x-, de y- als de z-richting. De test is meerdere keren herhaald en het beeld bleef consistent.

Vastgesteld kan worden dat het chargeren niet van invloed is op de in de woning optredende trillingniveaus.

Vervolgens zijn metingen uitgevoerd voor de situatie waarbij stapsgewijs machines zijn uitgeschakeld. De resultaten van deze metingen (i.c. het verloop van  $v_{\text{eff}}(t)$ ) zijn weergegeven in de figuren I.13 t/m I.18:

- figuur I.13: leesband uitgeschakeld, rest van de installaties in bedrijf;
- figuur I.14: leesband en uitbreekrooster 93 uitgeschakeld;
- figuur I.15: leesband en uitbreekroosters 93 en 92 uitgeschakeld;
- figuur I.16: leesband en uitbreekroosters 93, 92 en 91 uitgeschakeld;
- figuur I.17: leesband en uitbreekroosters 93, 92, 91 en 94 uitgeschakeld;
- figuur I.18: leesband, uitbreekroosters 93, 92, 91, 94 en zandbereiding uitgeschakeld.

In de figuren I.19 t/m I.24 zijn de bijbehorende trillingspectra weergegeven.

Uit de meetresultaten blijkt dat de trillingniveaus langzaam afnemen naarmate er meer bronnen worden uitgeschakeld.

In de trillingspectra is te zien dat de 'piek' bij 12,5 Hz verdwijnt op het moment dat uitbreekrooster 91 wordt uitgezet (vergelijk figuren I.21 en I.22).

Duidelijk is te zien dat uitbreekrooster 94 en de trilgoot van de zandbereiding een belangrijke bijdrage leveren aan de trillingniveaus bij circa 16 Hz. Eveneens is het (kleine) verschil in trilfrequentie tussen de bronnen terug te zien in de woning ('dubbele piek' bij 16 Hz in alle spectra; deze verdwijnt in figuur I.24 op het moment dat de zandbereiding wordt uitgeschakeld) welke als oorzaak van de 'zweving' van de trillingniveaus in verticale richting kan worden aangemerkt.

Te zien is dat bij het wegvallen van de 'dubbele piek' in het trillingspectrum, ook de zweving verdwijnt (zie figuur I.18) en de maximale waarde afneemt van 0,056 naar 0,037.

In figuur I.25 is voor de representatieve bedrijfssituatie (alle installaties in bedrijf, leesband aangestuurd op 38 Hz) een overzicht gegeven van het typische verloop van  $v_{\text{eff}}(t)$  voor de 2 relevante richtingen (horizontale richting dwars op de Keppelseweg en verticale richting), gemeten op de slaapkamervloer op de tweede verdieping.

In de figuur is te zien dat  $v_{\text{eff}}(t)$  vrijwel de gehele tijd lager is dan 0,1 of is hooguit (binnen de geldende meet- en rekennauwkeurigheid) gelijk is aan 0,1. Opgemerkt zij dat de 'pieken' aan het begin en aan het eind van de meting 'stoortrillingen' betreffen, niet veroorzaakt door Vulcanus. Het bovenstaande geldt voor zowel de horizontale als de verticale richting.

Voor de verticale richting is te zien dat ook hier, zij het in mindere mate dan in de slaapkamer op de eerste verdieping, sprake is van een zweving in het optredende trillingniveau.

Vastgesteld wordt dat in de huidige representatieve bedrijfssituatie bij Vulcanus, binnen de geldende meet- en rekennauwkeurigheid, ook op de slaapkamer op de tweede verdieping wordt voldaan aan voorschrift 3.8.2.

In figuur I.26 is het bij de representatieve bedrijfssituatie behorende spectrum weergegeven voor de horizontale richting.

In de figuur is te zien dat de hoogste bijdrage aan het optredende trillingniveau wordt geleverd door de leesband (piek bij 5,9 Hz). Ook is te zien dat het totaal aan '16 Hz-bronnen' (uitbreekroosters en trilgoot zandbereiding) nog een enigszins relevante bijdrage leveren aan het optredende trillingniveau.

Voorts is in de figuur goed het resonantiepatroon van het woningblok in horizontale richting te herkennen ('brede piek' tussen circa 6,5 Hz en 9 Hz). Duidelijk is te zien dat de trilfrequentie van de leesband (5,9 Hz) nu onderaan de 'flank' van de resonantiepiek van de woning is gelegen waar deze voorheen hoger tegen de flank (7,8 Hz) was gesitueerd.

In figuur I.27 is het bij de representatieve bedrijfssituatie behorende spectrum weergegeven voor de verticale richting.

In de figuur is te zien dat de hoogste bijdrage aan het optredende trillingniveau wordt geleverd door de '16-Hz-bronnen'. In mindere mate speelt ook de leesband (5,9 Hz en 11,9 Hz) nog een rol.

Ook hier is sprake van een 'dubbele piek' nabij 16 Hz, zij het in enigszins mindere mate dan te zien is op de eerste verdieping van de woning. Deze 'dubbele piek' kan als oorzaak van de 'zweving' van de trillingniveaus in verticale richting worden aangemerkt.

In figuur I.28 is het verloop van  $v_{\text{eff}}(t)$  gegeven voor de situatie met de leesband uit bedrijf. Te zien is dat in deze situatie  $v_{\text{eff}}(t)$  zowel in de horizontale richting als in de verticale richting ruimschoots lager is dan 0,1.

In figuur I.29 is voor deze situatie het bijbehorende spectrum weergegeven voor de horizontale richting. Te zien is dat de piek bij 5,9 Hz is verdwenen.

In figuur I.30 is het spectrum weergegeven voor de verticale richting. Ook hier is te zien dat de piek vanwege de leesband bij 5,9 Hz is verdwenen.

Opgemerkt zij dat met het huidige aantal veren onder de leesband (53 stuks) de transportsnelheid van de gietstukken op de band optimaal is indien een aanstuurfrequentie van 38 Hz wordt aangehouden, overeenkomend met een trilfrequentie van 5,9 Hz.

Teneinde inzicht te verkrijgen in een eventuele mogelijkheid om de aanstuurfrequentie van de leesband nog verder te verlagen zijn tenslotte nog enkele metingen uitgevoerd bij enigszins hogere en enigszins lagere aanstuurfrequenties.

## 4 Conclusies

Uit het onderzoek kan o.a. het volgende worden geconcludeerd:

- in de huidige representatieve bedrijfssituatie (RBS) bij Vulcanus (met 53 veren onder de leesband en een aanstuurfrequentie van 38 Hz) wordt, binnen de geldende meet- en rekennauwkeurigheden, voldaan aan voorschrift 3.8.2 uit de gewijzigde omgevingsvergunning.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat bij de metingen tijdens RBS steeds alle installaties continu in bedrijf waren. In de reguliere bedrijfssituatie is dit weliswaar het geval vanwege procesgekoppelde installaties. Toch vinden er dagelijks productieverstoringen plaats, waardoor er tijdelijk sprake kan zijn van een 'ontkoppeling' van procesonderdelen, dan wel achtereenvolgens de installaties worden afgeschakeld of weer ingeschakeld. Om die reden zal, teneinde de werkelijke waarden van  $v_{\max}$  en  $v_{\text{per}}$  te kunnen vaststellen, binnen afzienbare tijd een 'langeduurmeting' worden uitgevoerd in de woning waarbij gedurende meerdere dagen de trillingniveaus in 3 richtingen op de eerste en tweede verdieping worden gemeten;

- indien de languurmeting onverhoopt mocht uitwijzen dat toch nog (juist) niet wordt voldaan aan de grenswaarden uit voorschrift 3.8.2, zou de aanstuurfrequentie van de leesband mogelijk nog enigszins verder kunnen worden verlaagd (in combinatie met het verwijderen van nog een beperkt aantal schroefveren). Nader onderzoek hiernaar dient uit te wijzen of dit technisch uitvoerbaar is en of hierdoor nog een verdere (beperkte) reductie mogelijk is;
- met name in de verticale richting is sprake van een 'zweving' in de trillingniveaus in de woning (zowel op de eerste als op de tweede verdieping) ten gevolge van de '16 Hz-bronnen' (uitbreekroosters e.d.) in de gieterij. Als gevolg van deze zweving kunnen de maximale waarden van  $v_{\text{eff}}(t)$  soms oplopen tot circa 0,12.

In de beoordelingsmethodiek volgens de SBR-richtlijn pakt dit ongunstig uit omdat sprake is van een periodiciteit van 10 à 20 seconden waardoor steeds de hoogste waarde binnen de zweving bepalend is voor de beoordelingsmaat ( $v_{\text{eff,max},30,i}$ ). De energetisch gemiddelde waarde is aanzienlijk lager dan 0,1.

Alleen door nader onderzoek kan worden gezien of bij de uitbreekroosters, de 'trilgoot zandbereiding' of het 'schudrooster van de doorloopstraalmachine' de trilfrequentie nog (in beperkte mate) aangepast zou kunnen worden en of dit vervolgens tot een voldoende merkbaar resultaat leidt.

Mook,

Dit rapport bevat 13 pagina's,  
bijlage I, bestaande uit 30 figuren.





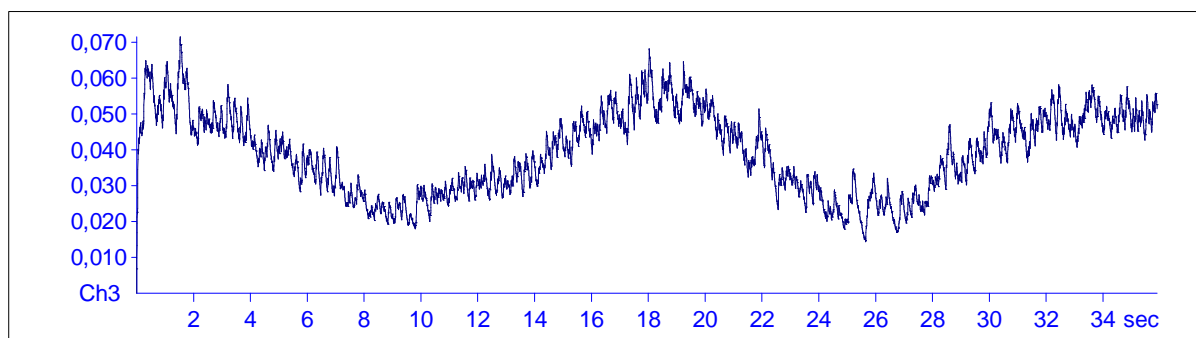
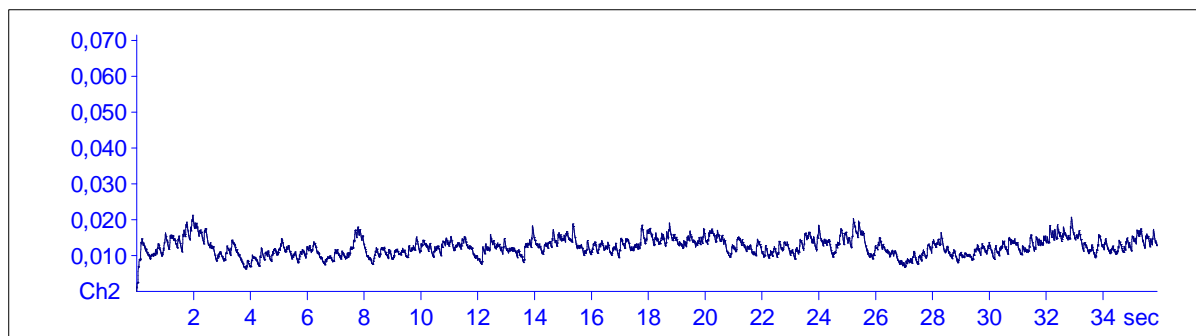
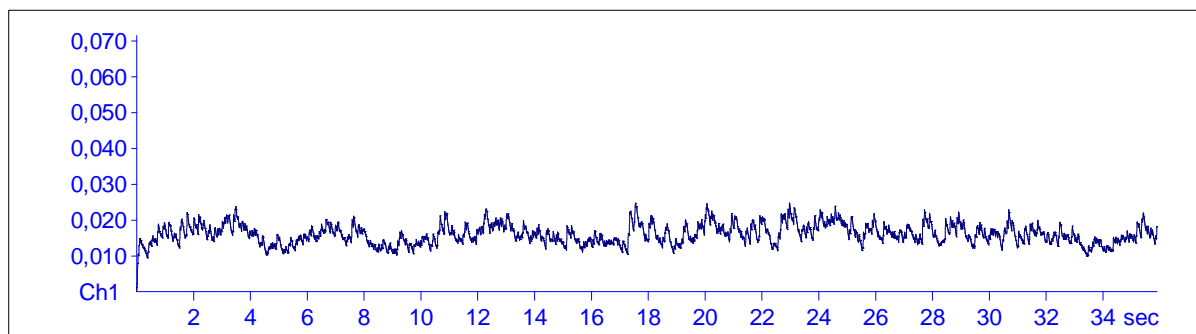
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02223.vmr  
 Station: Mmentive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 223  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:23:06 + 507.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,91 s

Max(1): 0,0248  
 Max(2): 0,0213  
 Max(3): 0,0715

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz

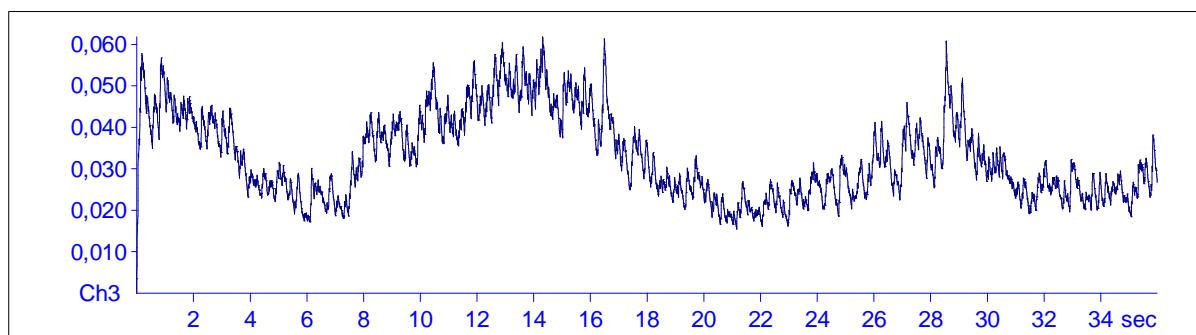
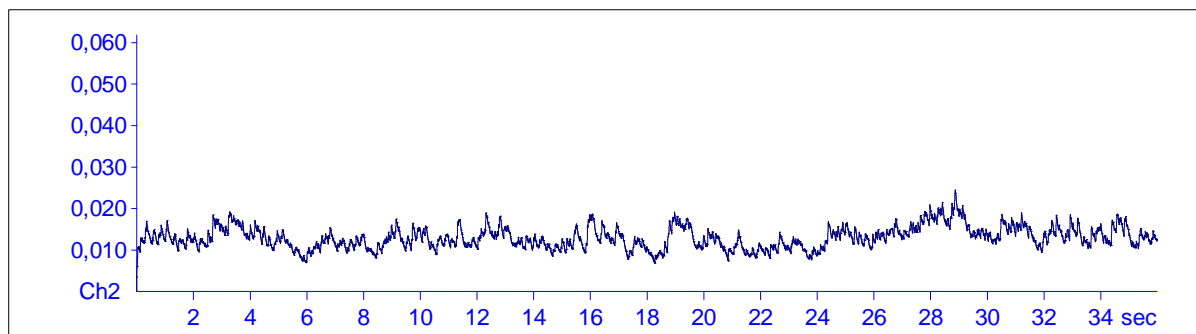
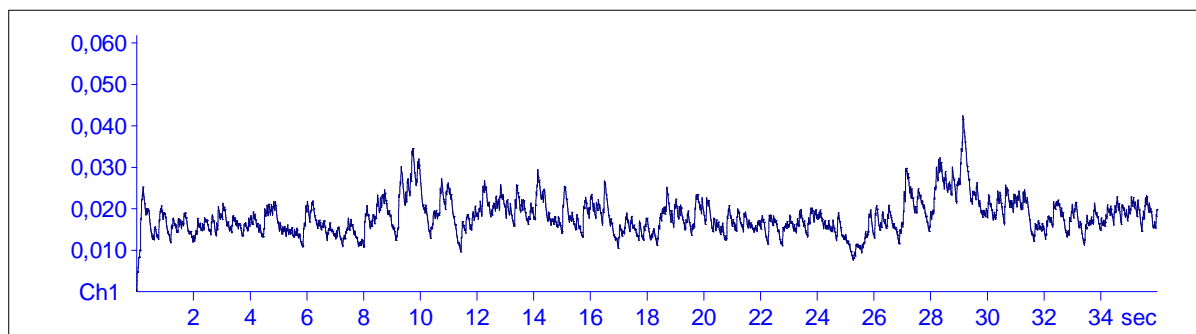
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02224.vmr  
 Station: Momeitive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 224  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:23:42 + 427.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,99 s

Max(1): 0,0425  
 Max(2): 0,0245  
 Max(3): 0,0618

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz



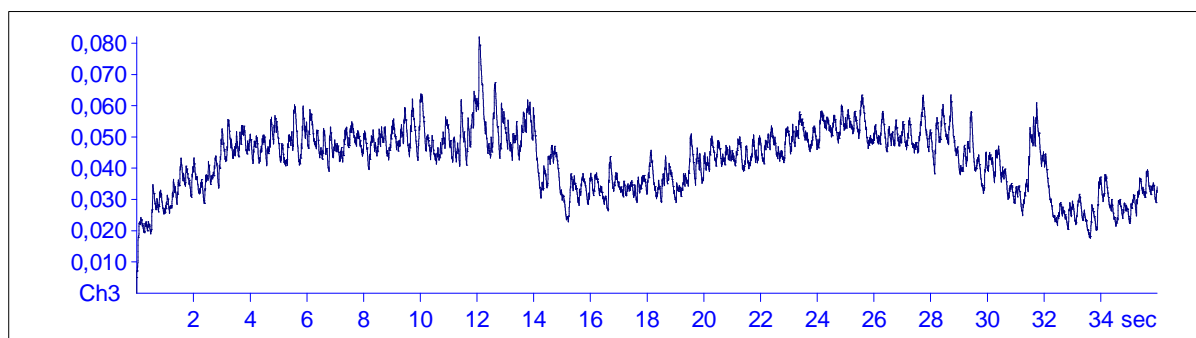
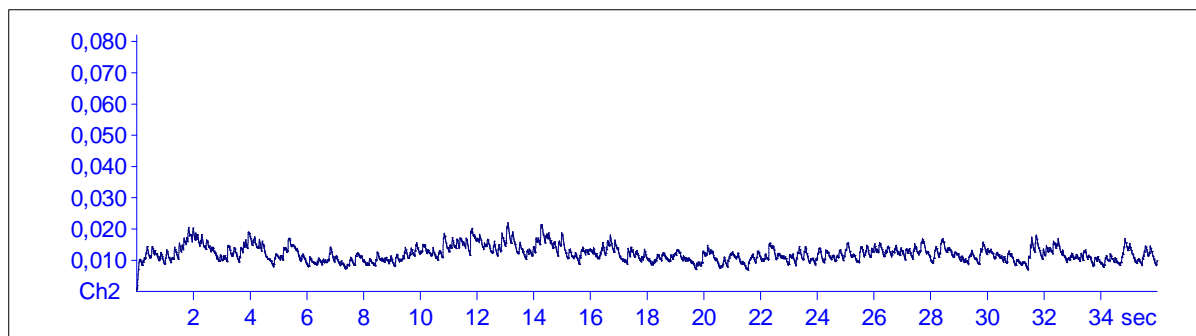
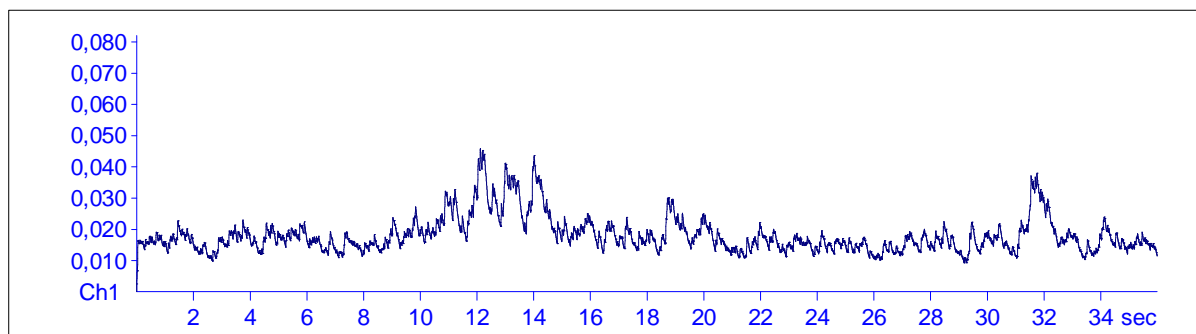
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02225.vmr  
 Station: Mmentive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 225  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:24:18 + 425 ms  
 Range: 0,00 - 35,99 s

Max(1): 0,0459  
 Max(2): 0,0220  
 Max(3): 0,0820

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz

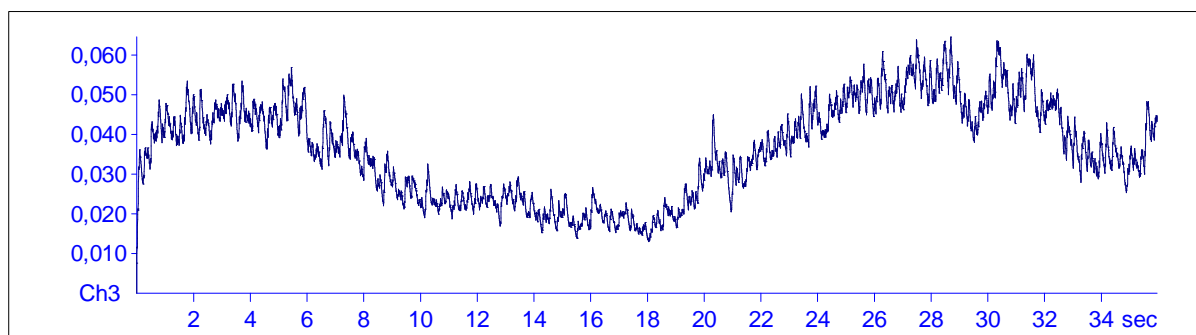
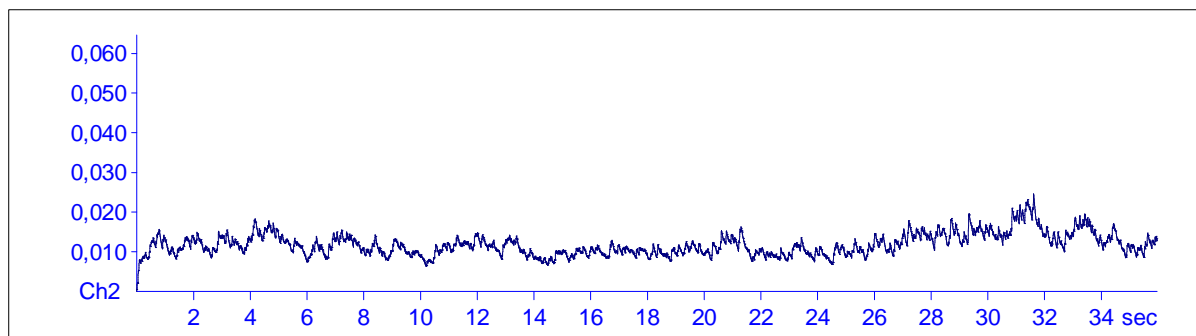
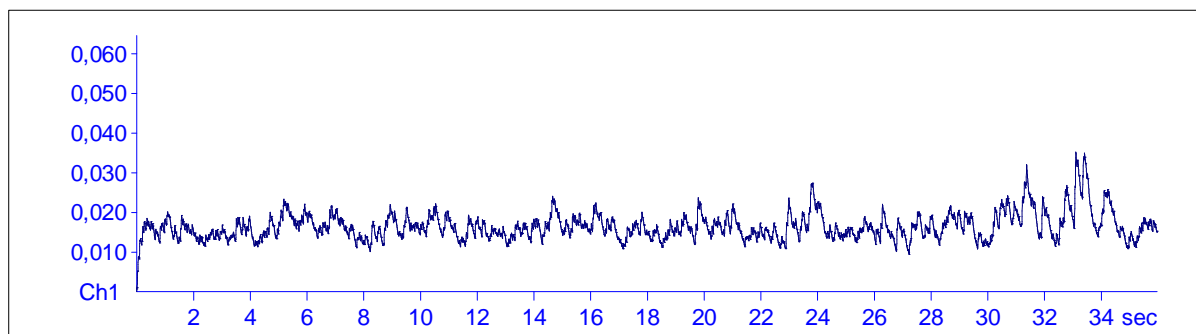
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02226.vmr  
 Station: Momeitive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 226  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:24:54 + 420 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Max(1): 0,0352  
 Max(2): 0,0247  
 Max(3): 0,0646

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz

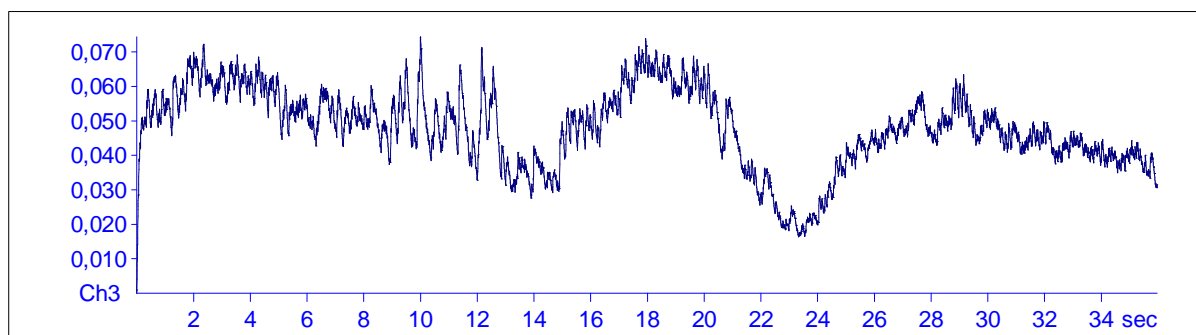
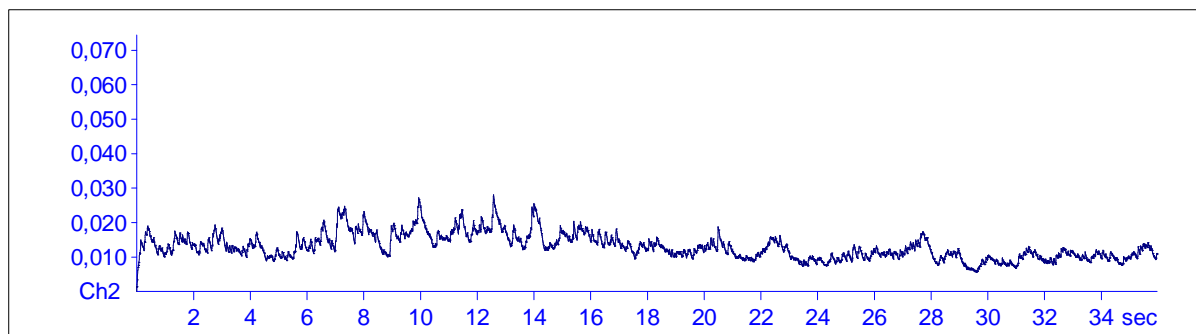
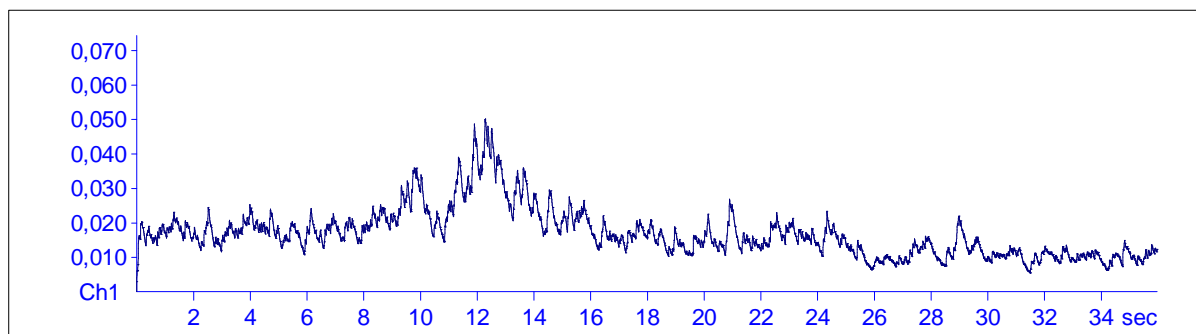
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02227.vmr  
 Station: Momeitive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 227  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:25:30 + 392.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Max(1): 0,0503  
 Max(2): 0,0281  
 Max(3): 0,0744

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz

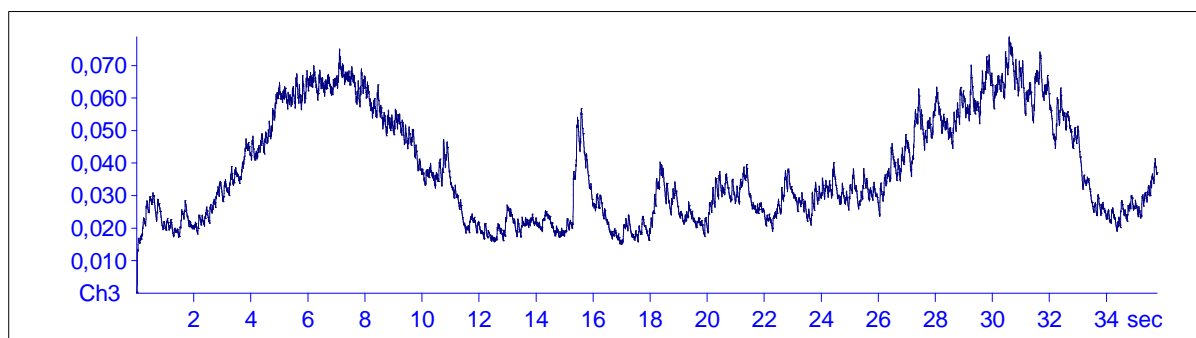
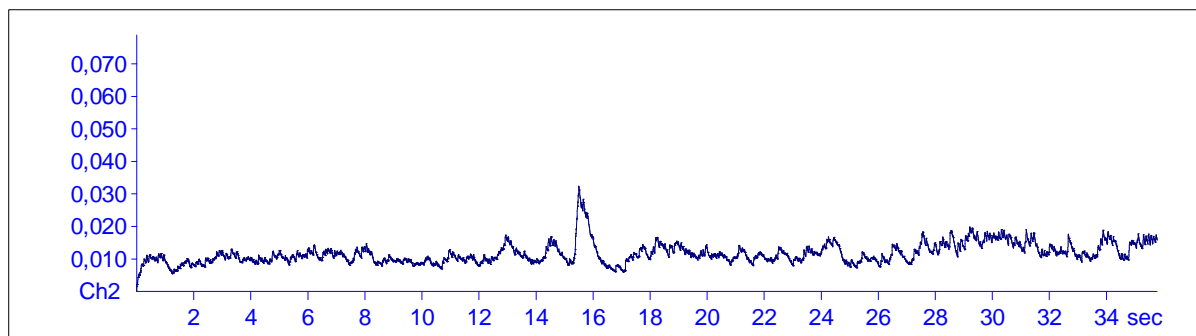
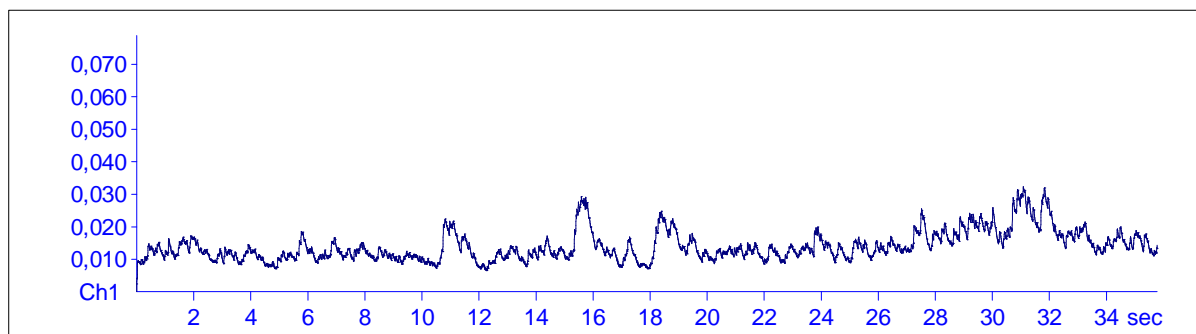
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02228.vmr  
 Station: Momeotive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 228  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:26:06 + 365 ms  
 Range: 0,00 - 35,78 s

Max(1): 0,0323  
 Max(2): 0,0325  
 Max(3): 0,0788

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz

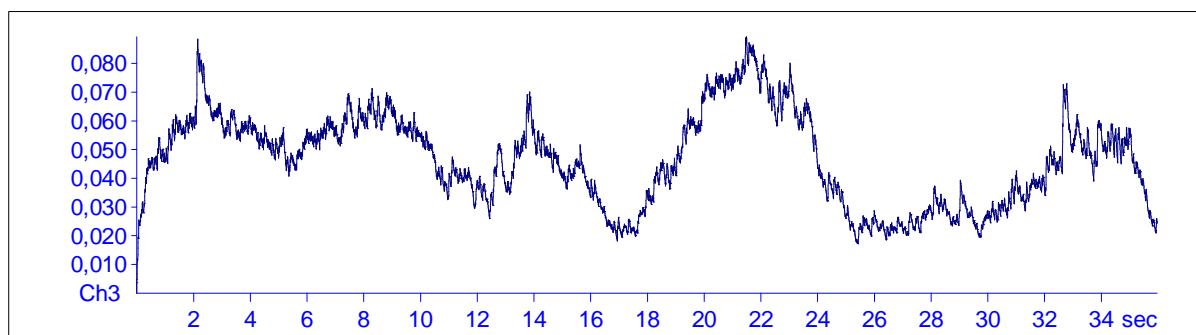
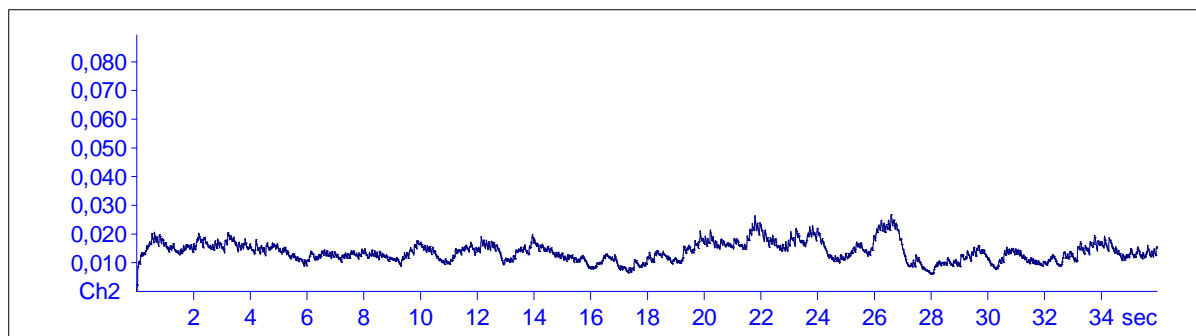
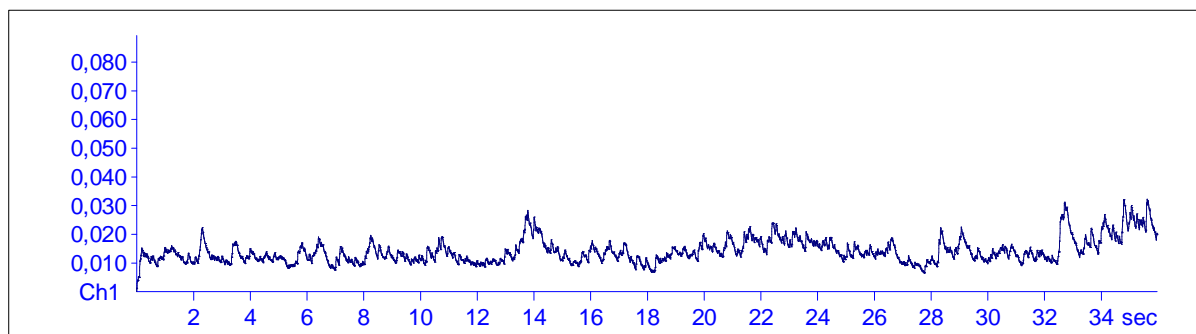
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02229.vmr  
 Station: Momeitive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 229  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:26:42 + 312.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Max(1): 0,0323  
 Max(2): 0,0267  
 Max(3): 0,0893

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz

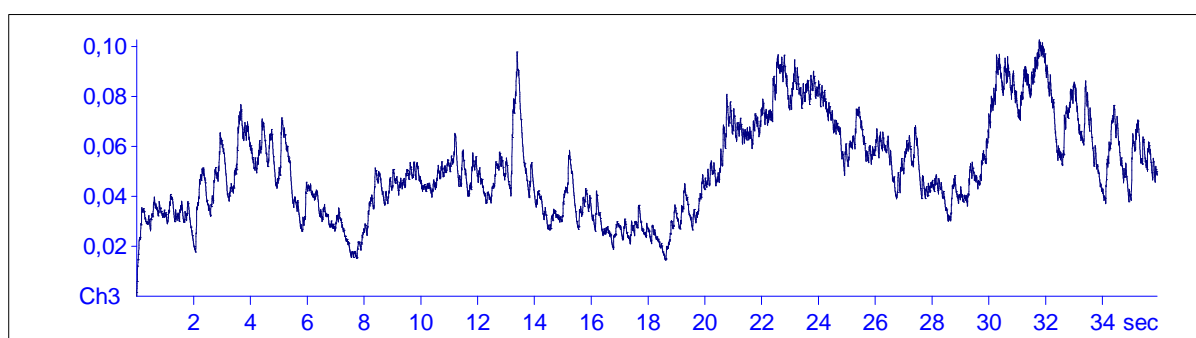
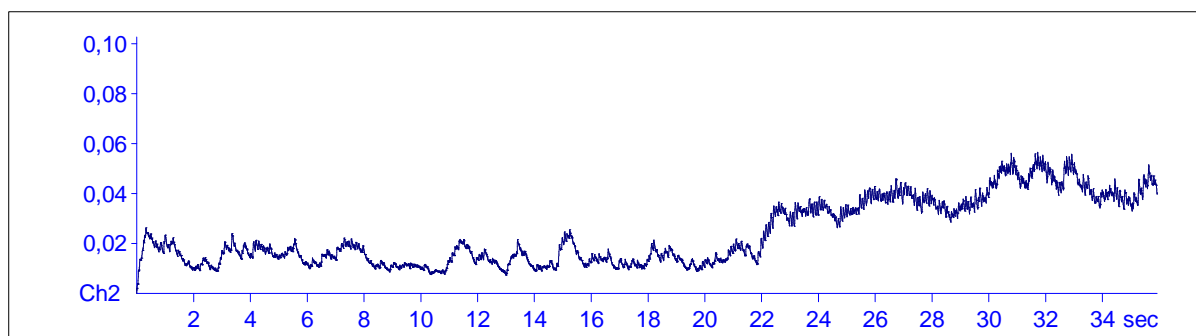
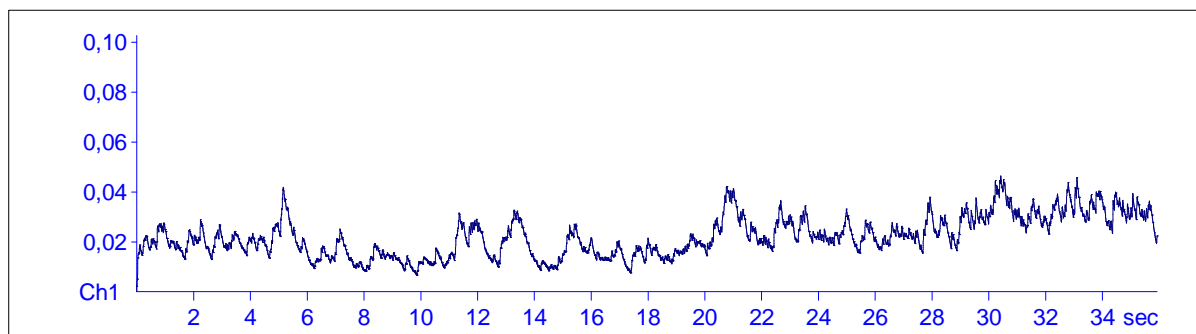
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02230.vmr  
 Station: Momeitive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 230  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:27:18 + 285 ms  
 Range: 0,00 - 35,93 s

Max(1): 0,0464  
 Max(2): 0,0565  
 Max(3): 0,103

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz

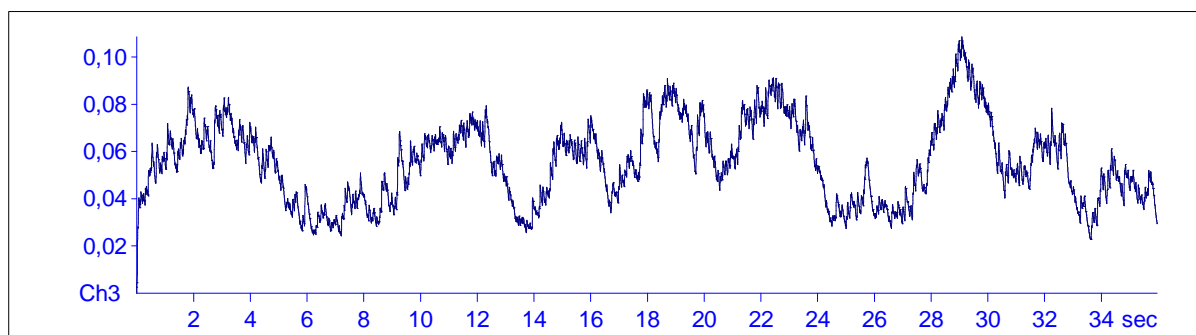
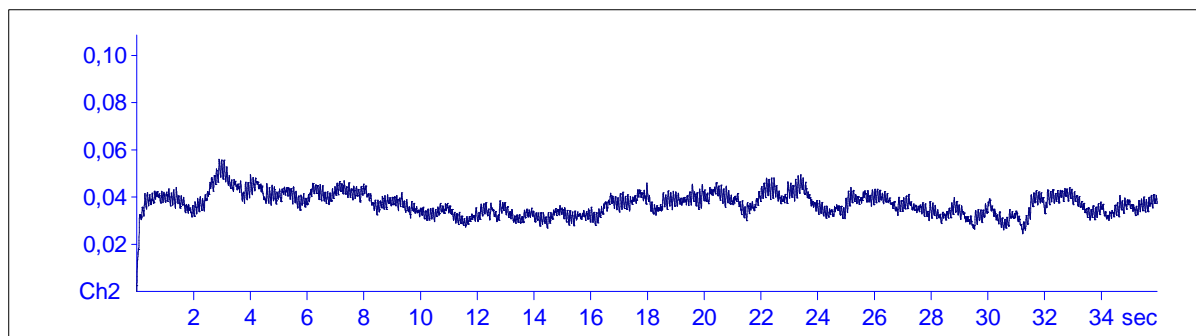
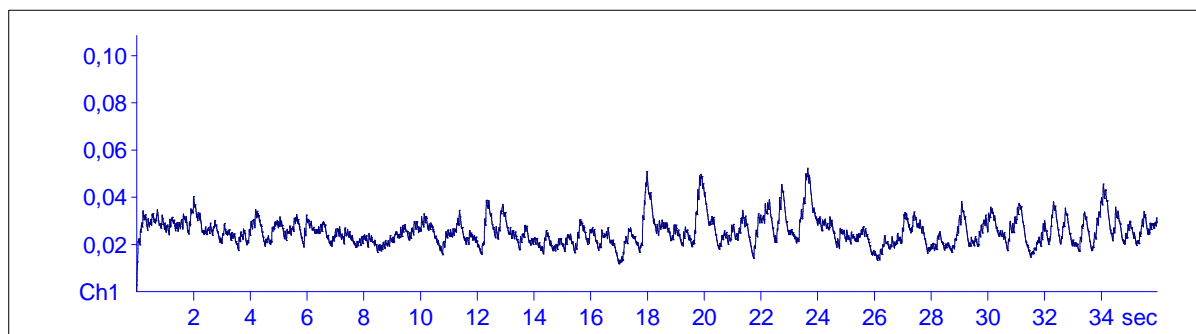
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02231.vmr  
 Station: Momeitive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 231  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:27:54 + 230 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Max(1): 0,0524  
 Max(2): 0,0560  
 Max(3): 0,109

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz

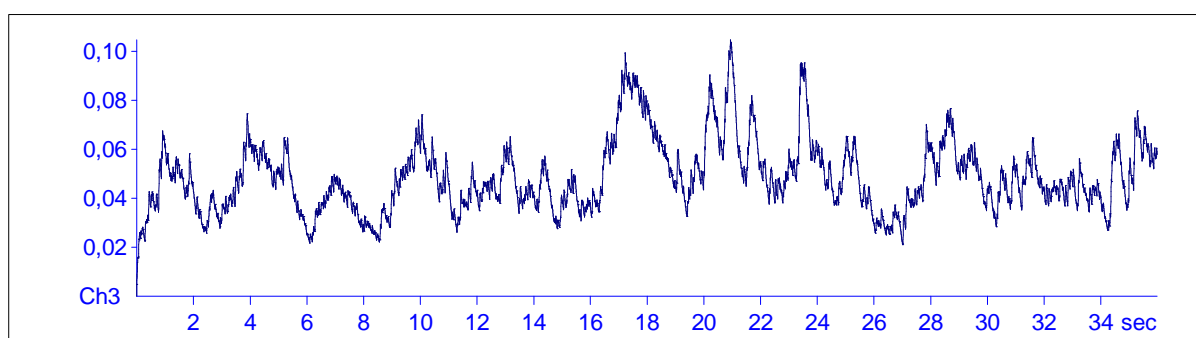
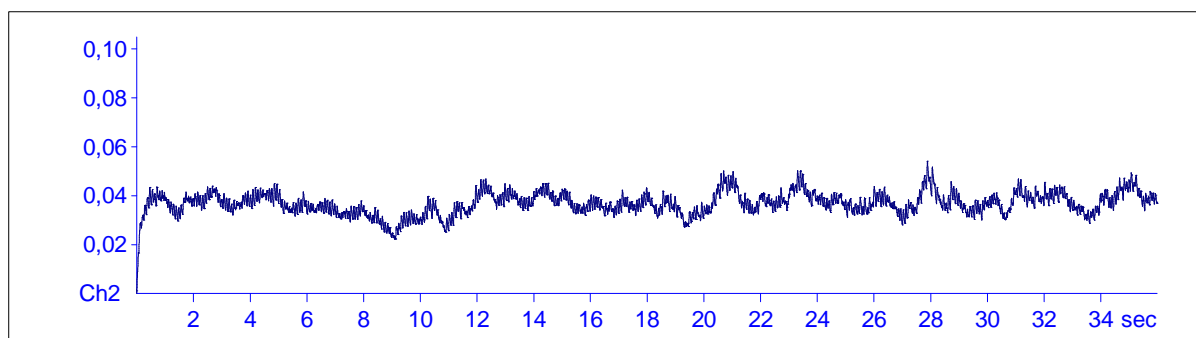
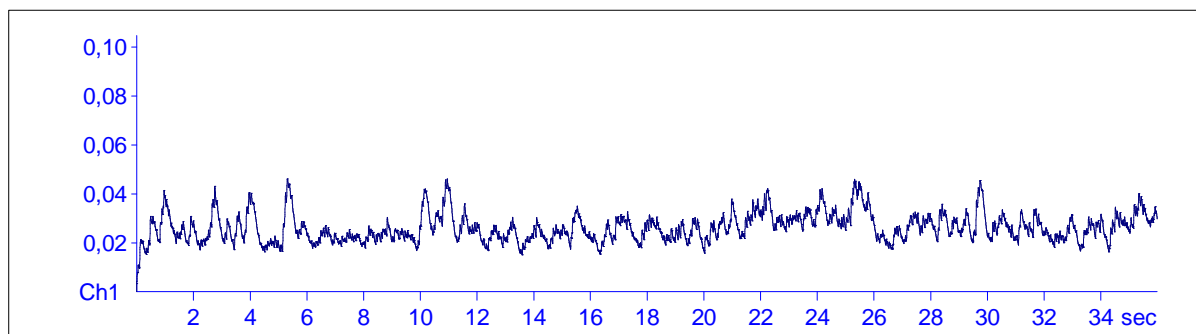
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02232.vmr  
 Station: Momeitive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 232  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:28:30 + 202.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,99 s

Max(1): 0,0462  
 Max(2): 0,0541  
 Max(3): 0,105

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz



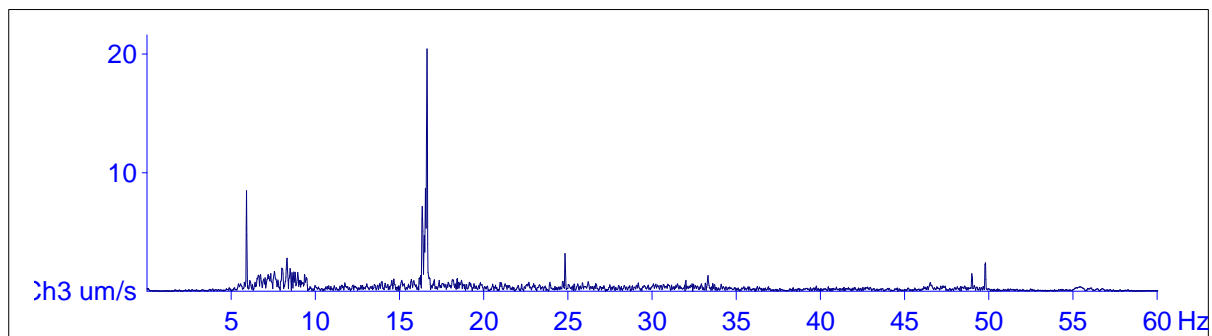
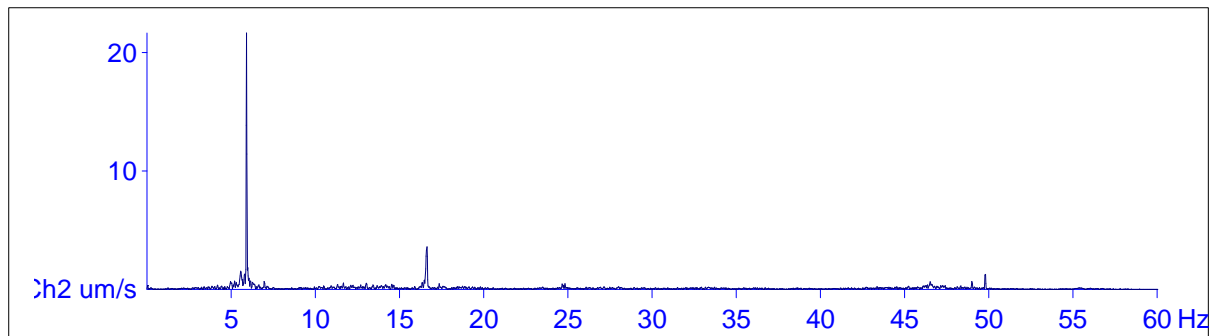
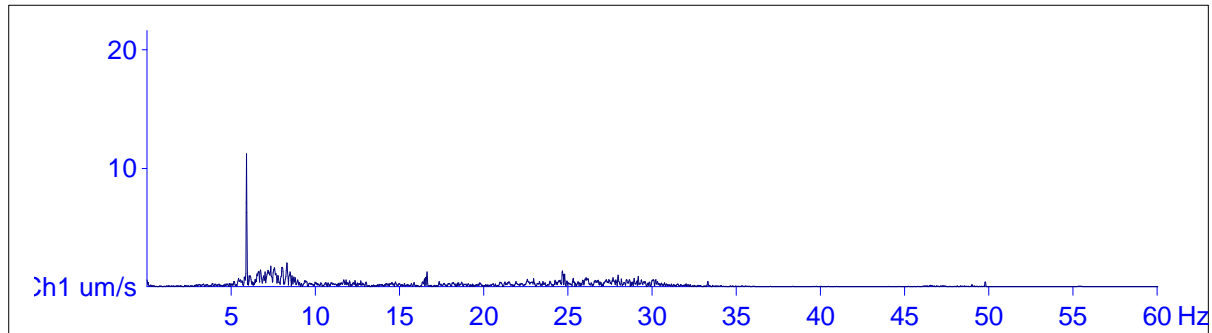
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---02231.vmr  
 Station: Momeotive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 231  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 10:27:54 + 230 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Freq(1): 5,908 Hz  
 Freq(2): 5,908 Hz  
 Freq(3): 16,63 Hz

### Amplitude Spectrum



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz

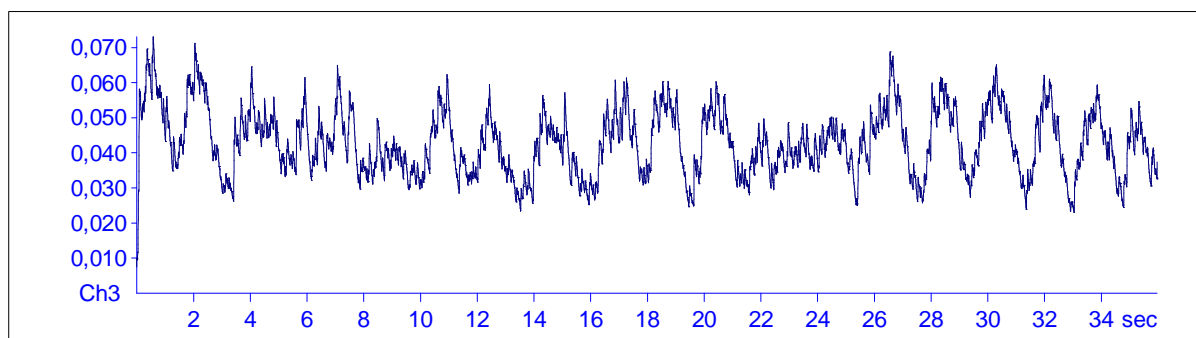
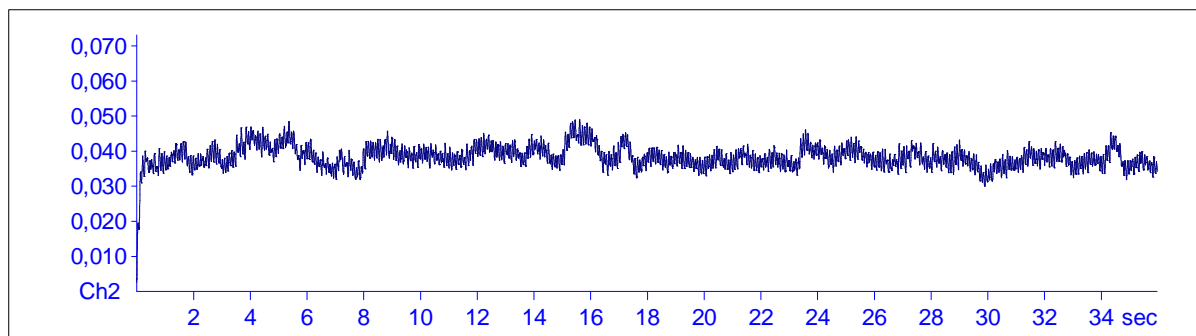
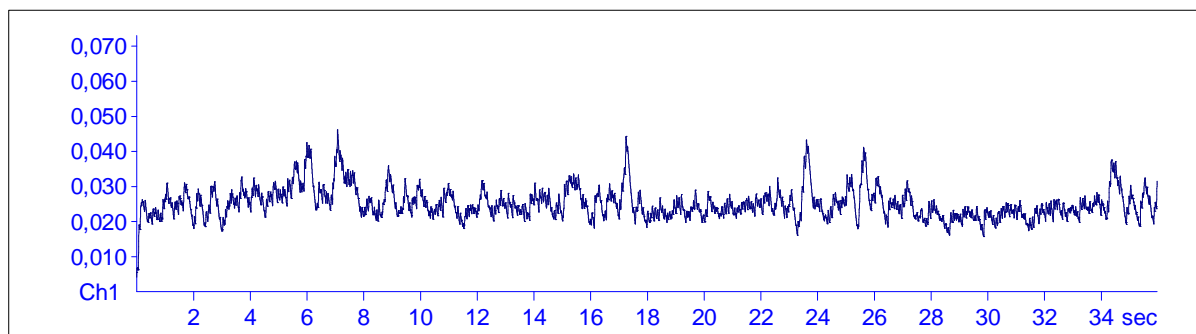
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03216.vmr  
 Station: Mometive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 216  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 13:52:19 + 277.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Max(1): 0,0462  
 Max(2): 0,0490  
 Max(3): 0,0731

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 RBS, leesband 38 Hz  
 charge op 11 s

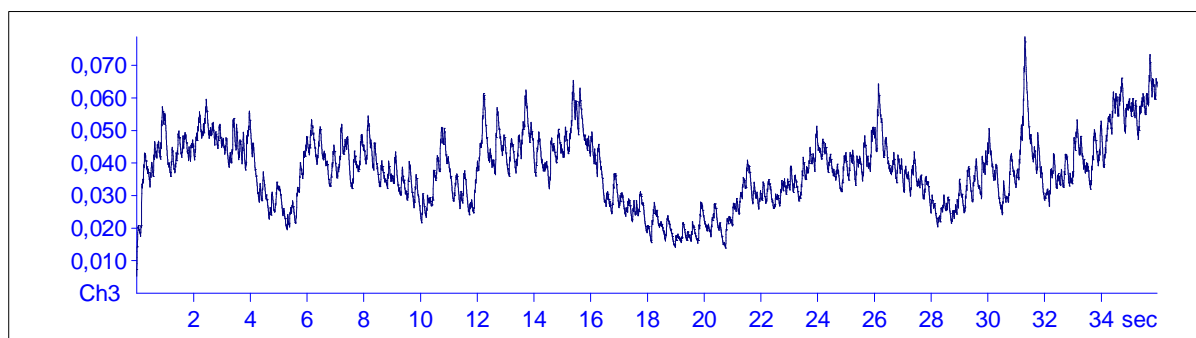
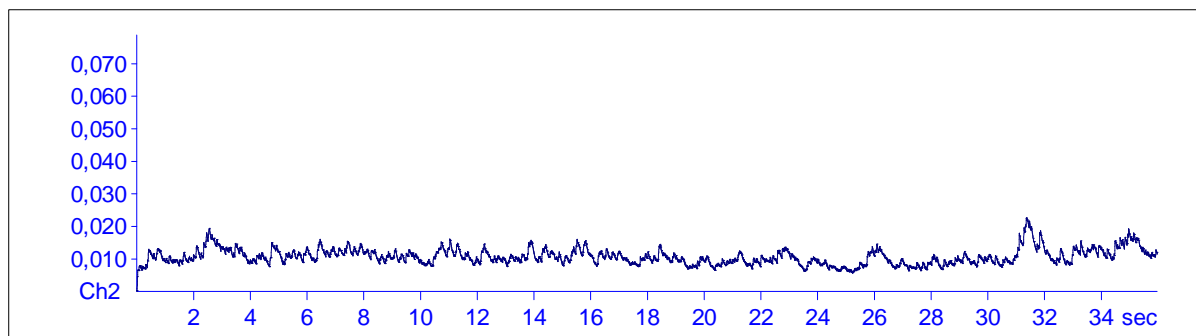
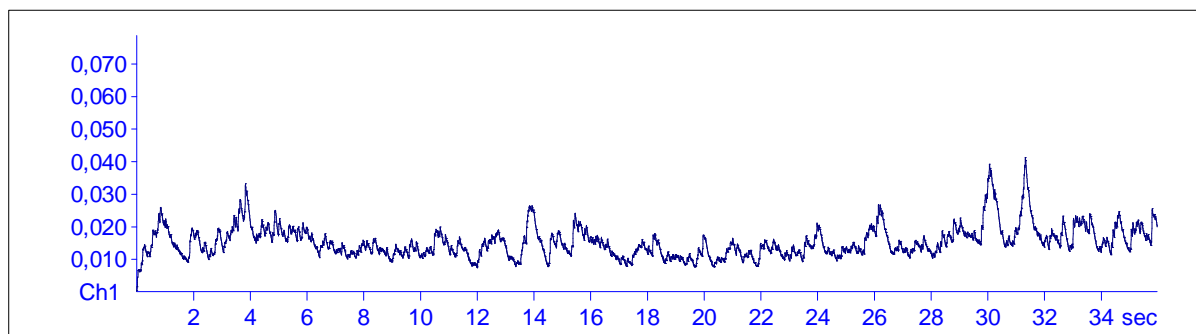
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03231.vmr  
 Station: Mmentive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 231  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:01:18 + 800 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Max(1): 0,0413  
 Max(2): 0,0227  
 Max(3): 0,0788

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

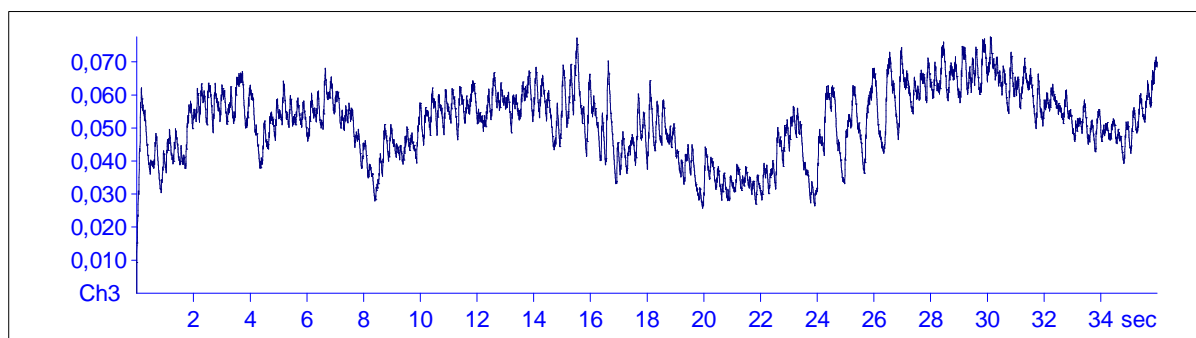
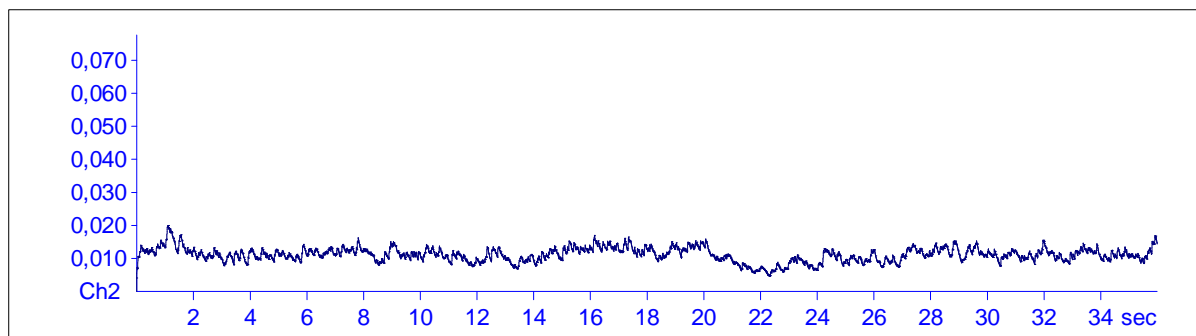
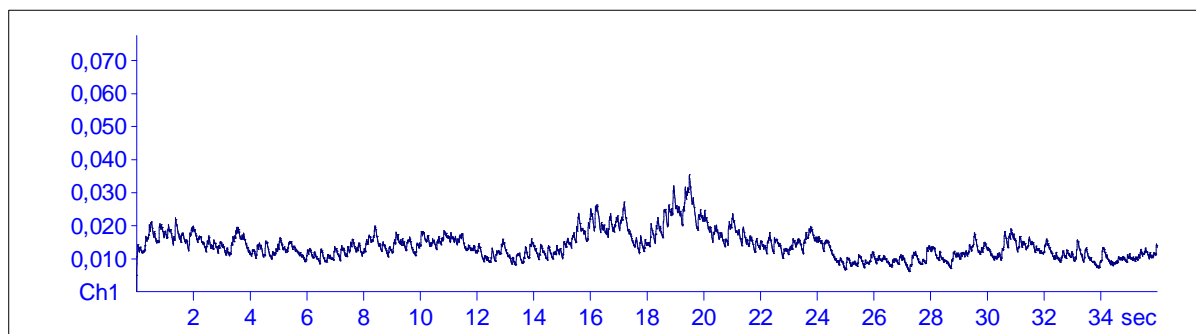
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03238.vmr  
 Station: Momeitive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 238  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:05:30 + 550 ms  
 Range: 0,00 - 35,99 s

Max(1): 0,0355  
 Max(2): 0,0200  
 Max(3): 0,0776

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband en uitbr.rst. 93 uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

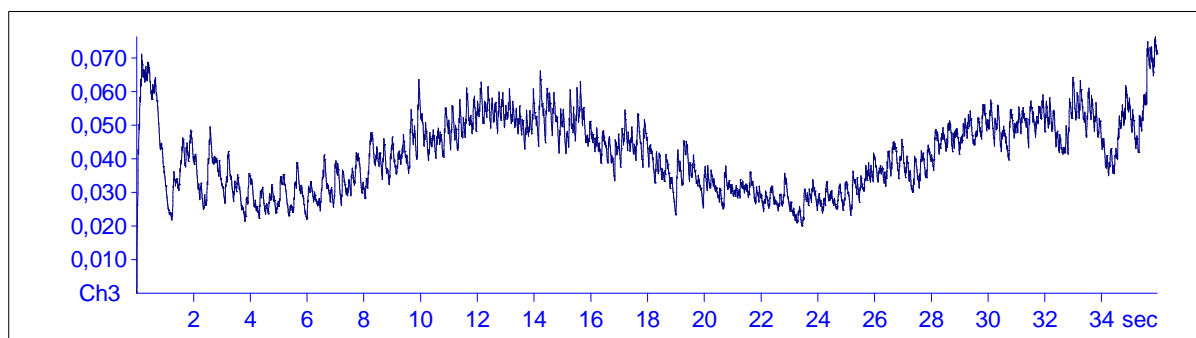
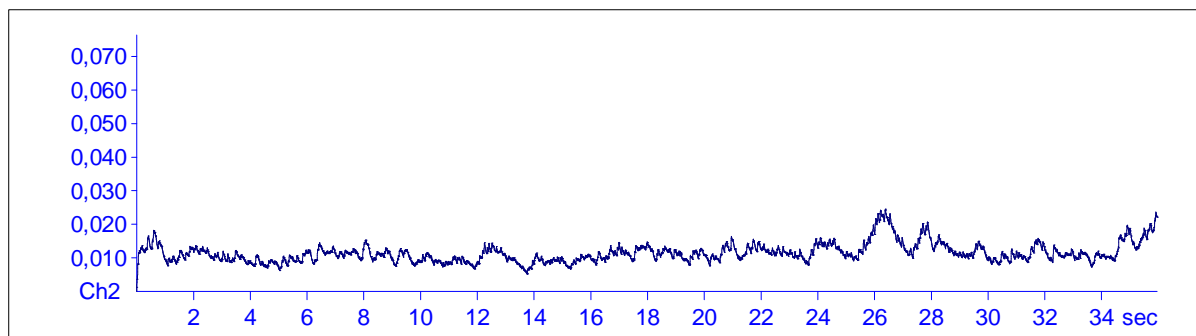
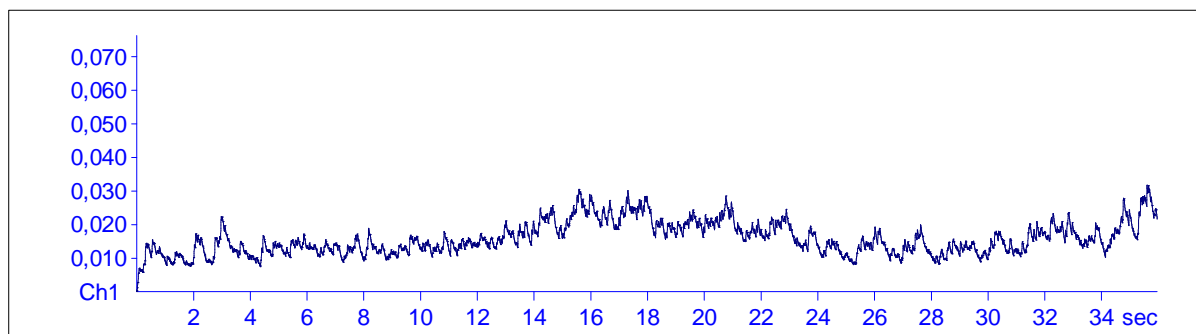
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03239.vmr  
 Station: Mmentive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 239  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:06:06 + 547.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,96 s

Max(1): 0,0318  
 Max(2): 0,0245  
 Max(3): 0,0763

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband en uitbr.rst. 93, 92 uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

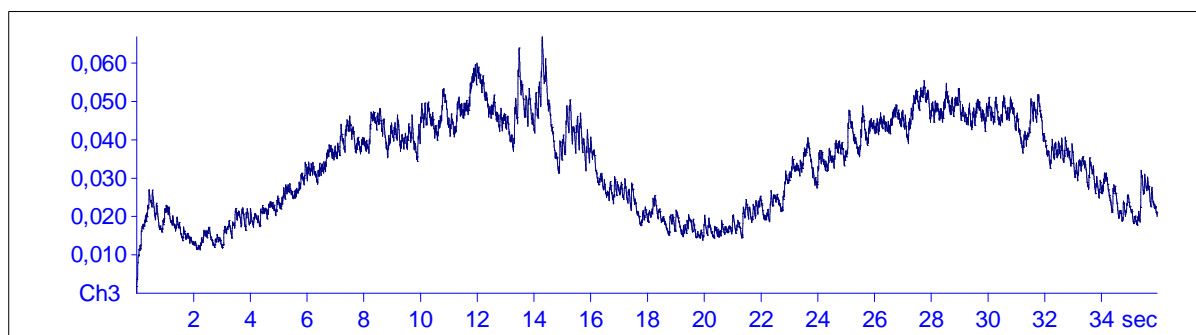
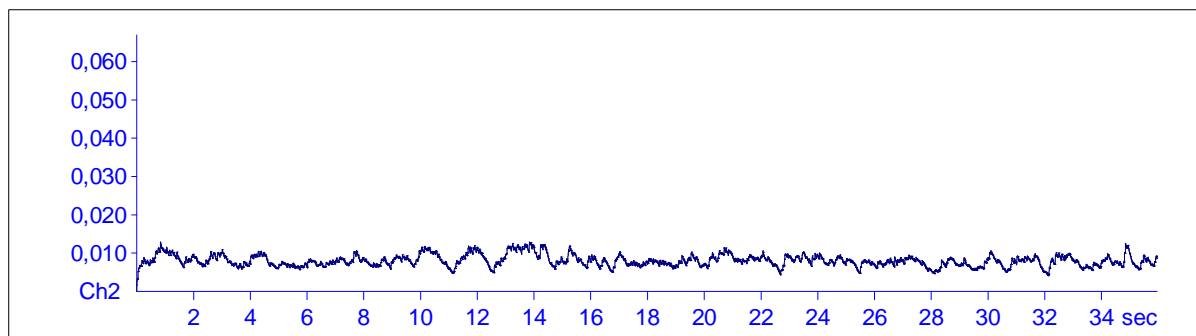
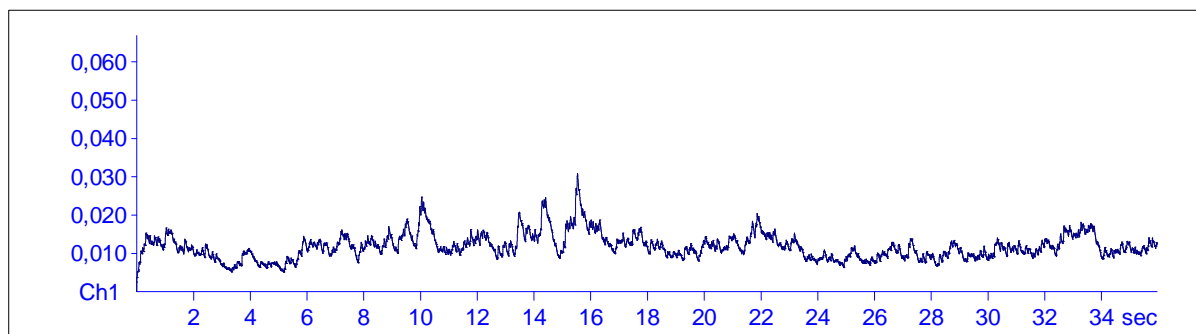
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03241.vmr  
 Station: Mmentive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 241  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:07:18 + 492.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Max(1): 0,0309  
 Max(2): 0,0129  
 Max(3): 0,0669

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband en uitbr.rst. 93, 92, 91 uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

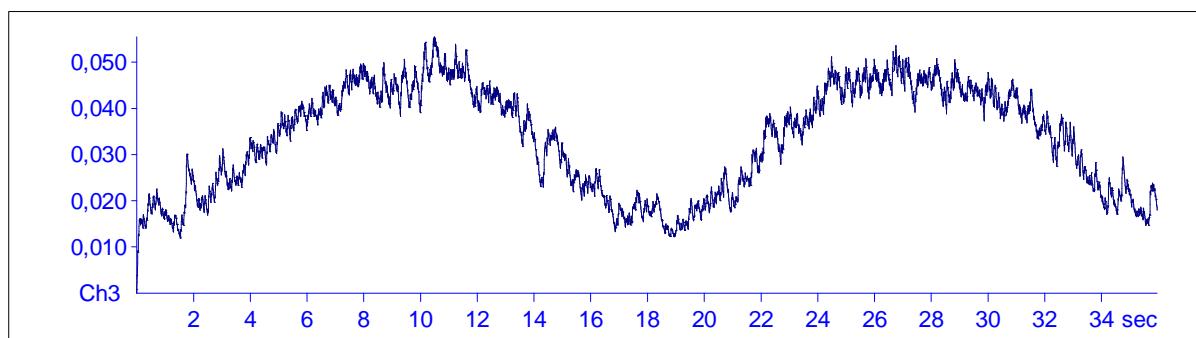
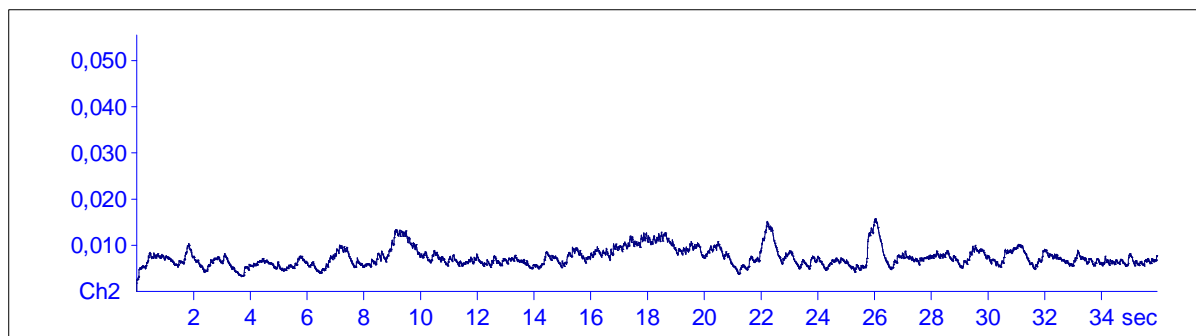
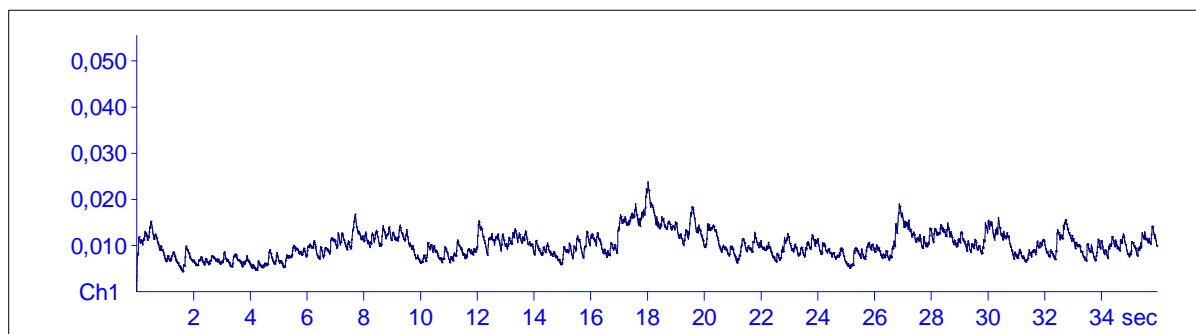
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03243.vmr  
 Station: Mmentive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 243  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:08:30 + 460 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Max(1): 0,0238  
 Max(2): 0,0158  
 Max(3): 0,0555

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband en uitbr.rst. 93, 92, 91, 94 uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

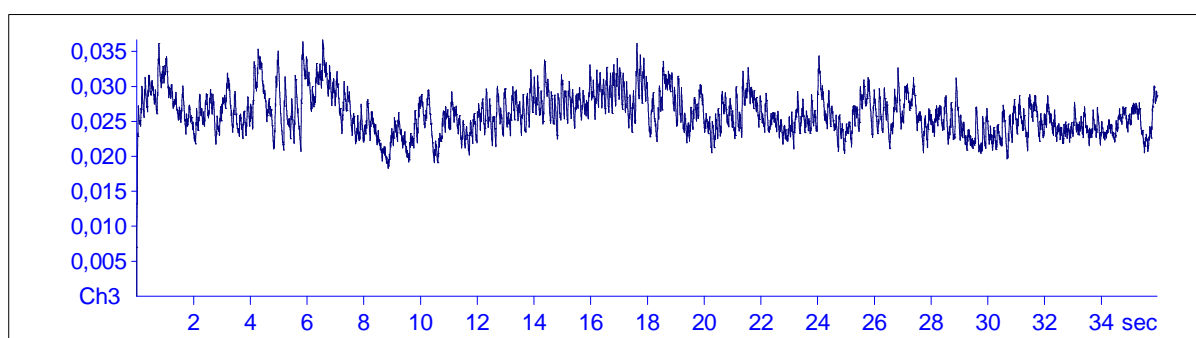
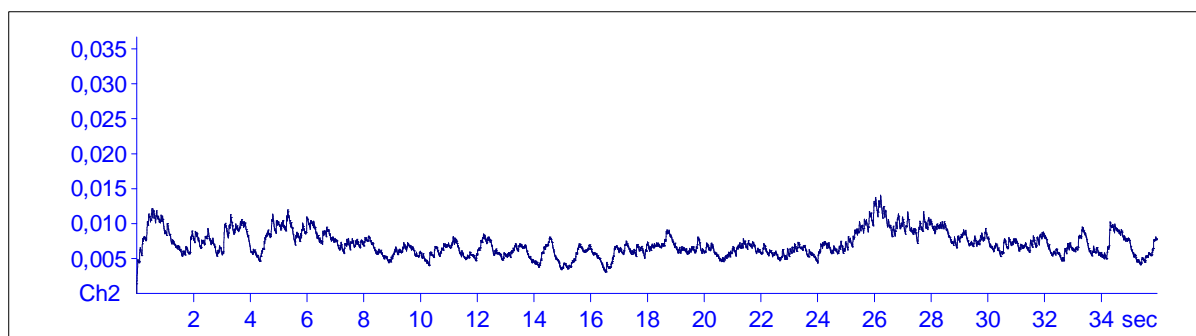
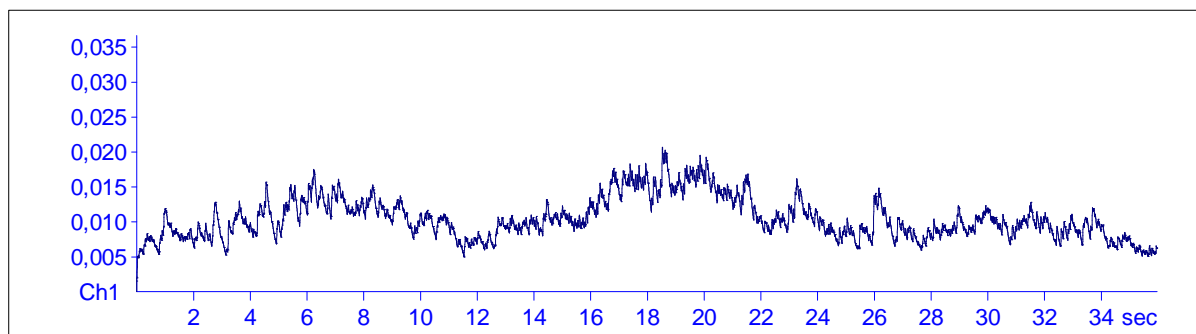
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03249.vmr  
 Station: Momeotive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 249  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:12:06 + 237.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Max(1): 0,0207  
 Max(2): 0,0141  
 Max(3): 0,0367

KB according DIN4150/2



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband en uitbr.rst. 93, 92, 91, 94 en zandbereiding uitgeschakeld  
 rest in bedrijf



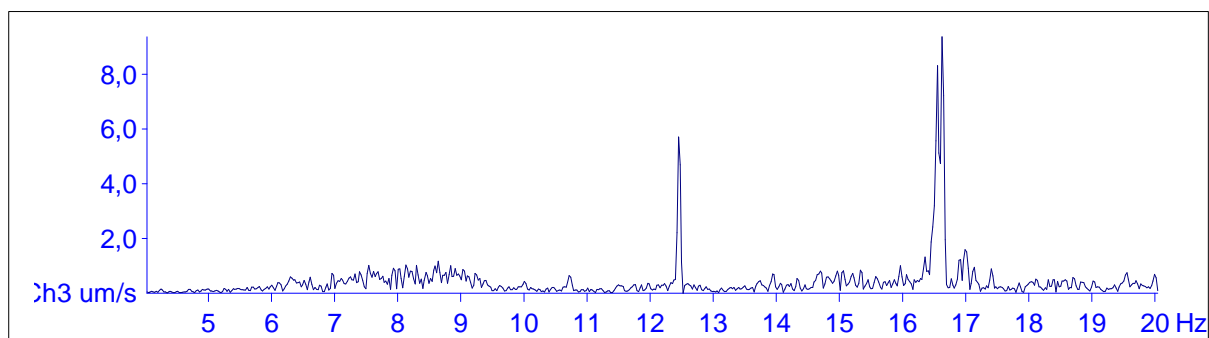
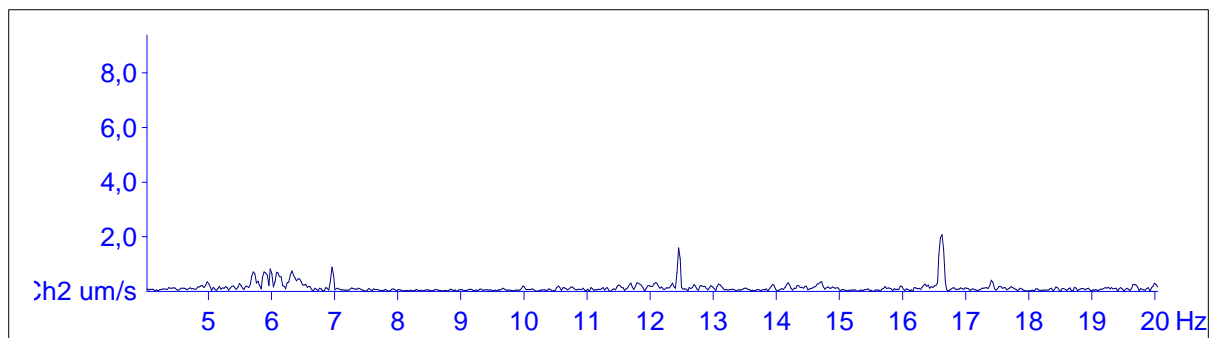
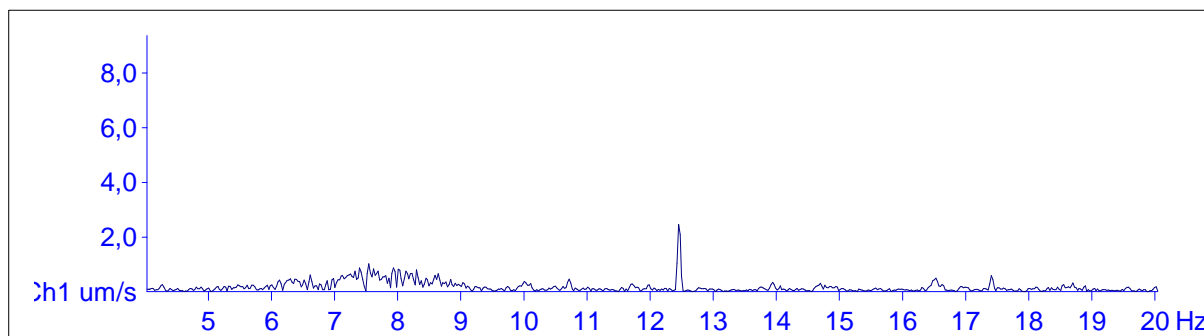
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03231.vmr  
 Station: Momeotive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 231  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:01:18 + 800 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Freq(1): 12,45 Hz  
 Freq(2): 16,63 Hz  
 Freq(3): 16,63 Hz

### Amplitude Spectrum



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

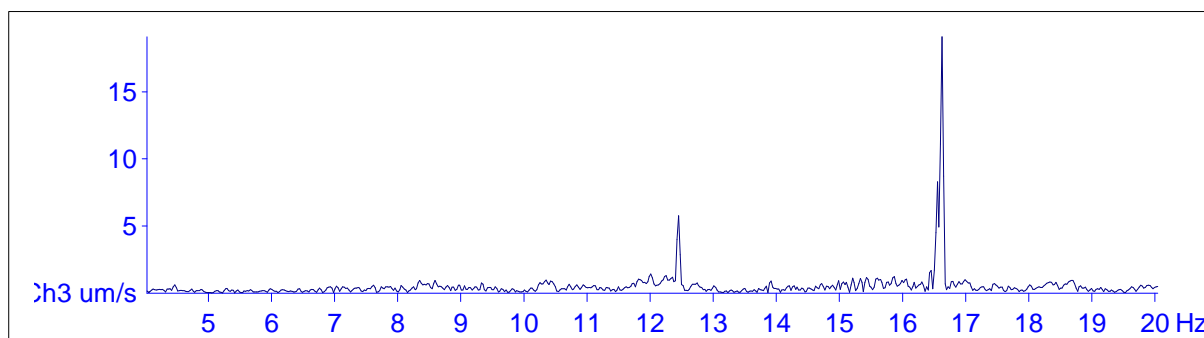
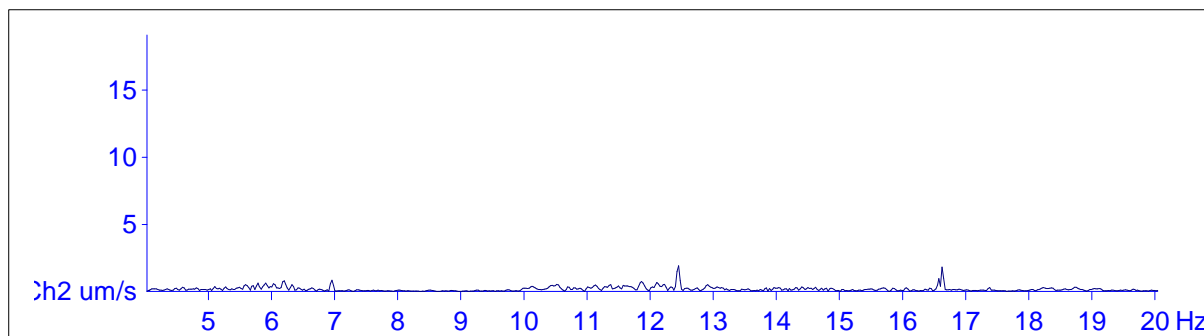
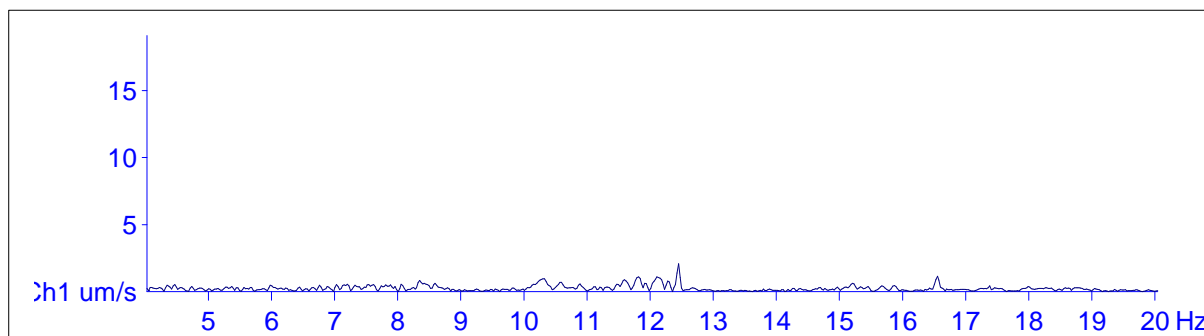
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03238.vmr  
 Station: Momeotive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 238  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:05:30 + 550 ms  
 Range: 0,00 - 35,99 s

Freq(1): 12,45 Hz  
 Freq(2): 12,45 Hz  
 Freq(3): 16,63 Hz

### Amplitude Spectrum



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband en uitbr.rst. 93 uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

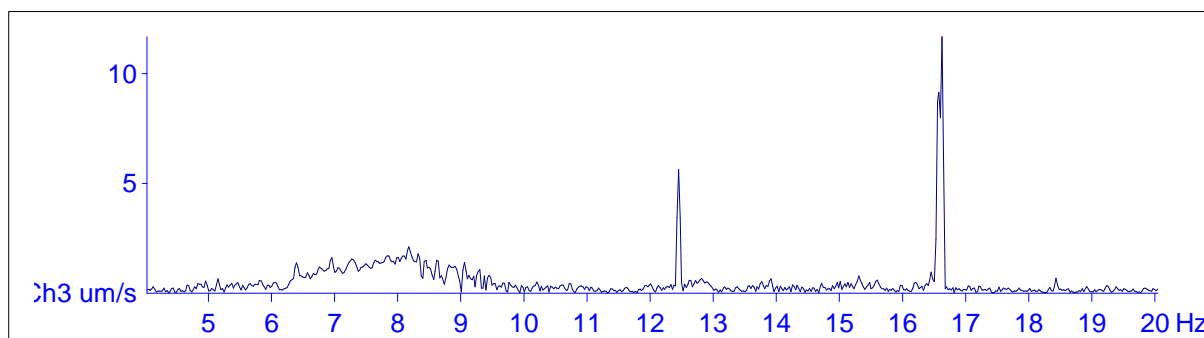
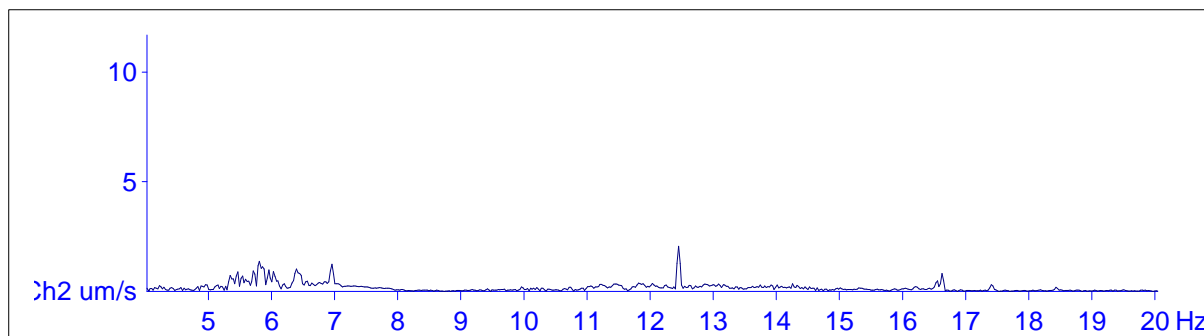
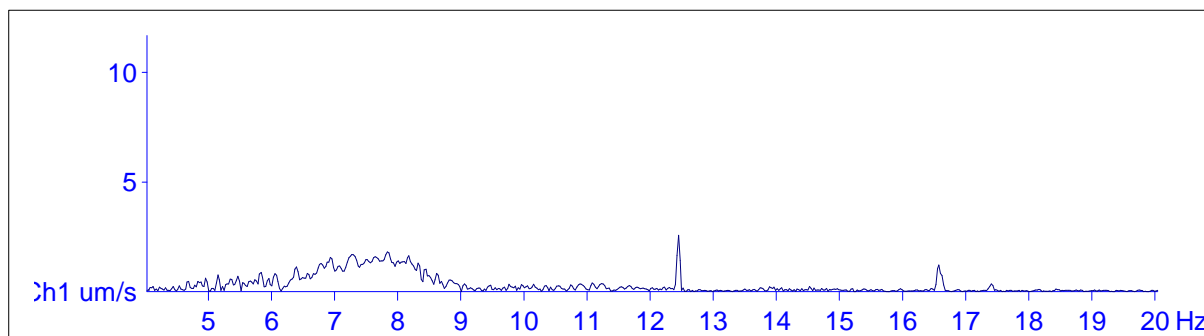
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03239.vmr  
 Station: Momeotive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 239  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:06:06 + 547.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,96 s

Freq(1): 12,45 Hz  
 Freq(2): 12,45 Hz  
 Freq(3): 16,63 Hz

### Amplitude Spectrum



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband en uitbr.rst. 93, 92 uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

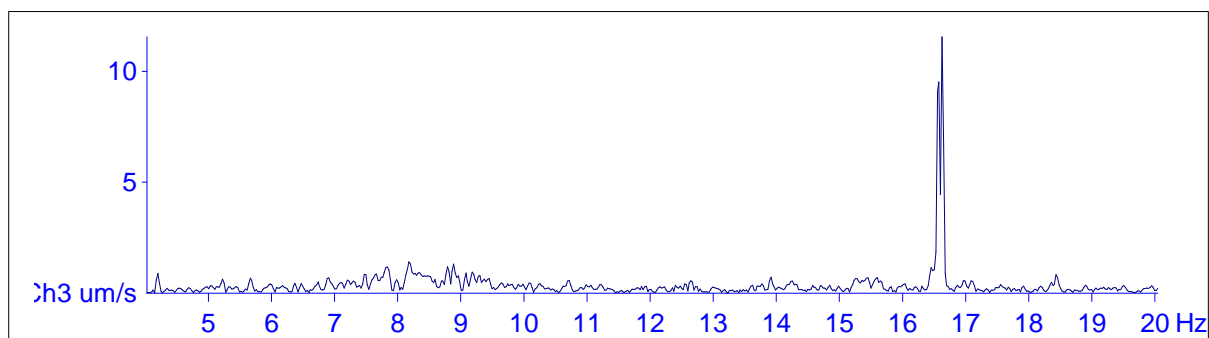
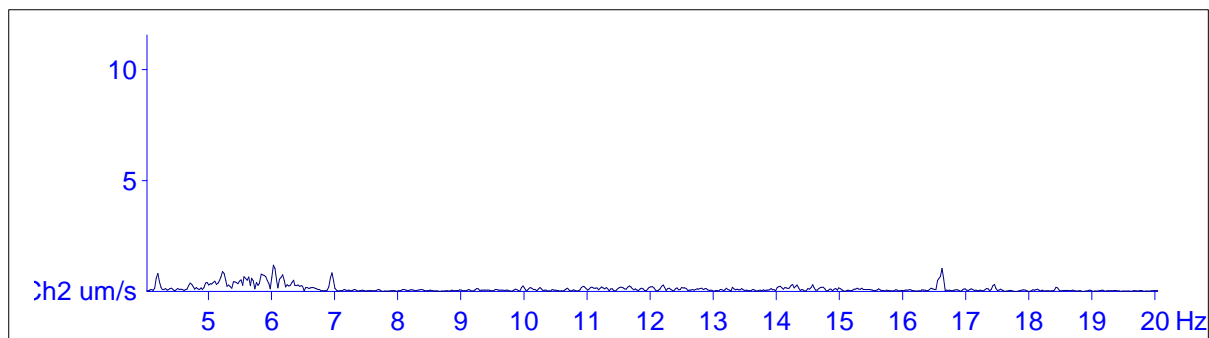
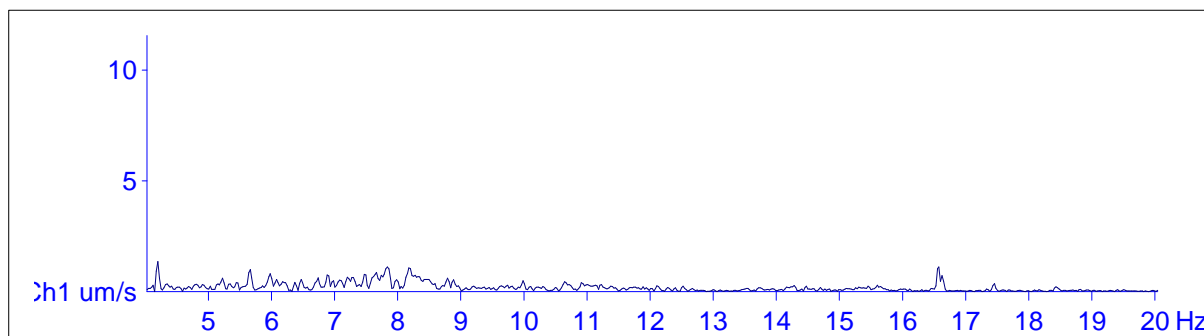
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03241.vmr  
 Station: Mmentive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 241  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:07:18 + 492.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Freq(1): 4,199 Hz  
 Freq(2): 6,030 Hz  
 Freq(3): 16,63 Hz

### Amplitude Spectrum



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband en uitbr.rst. 93, 92, 91 uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

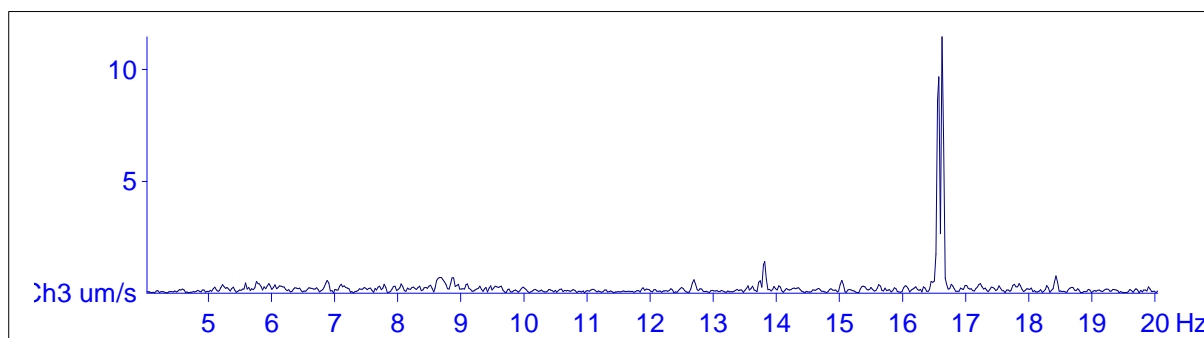
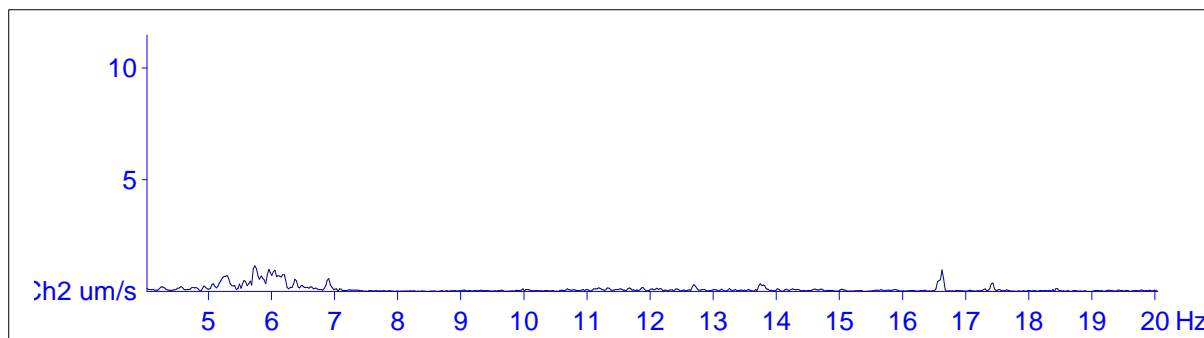
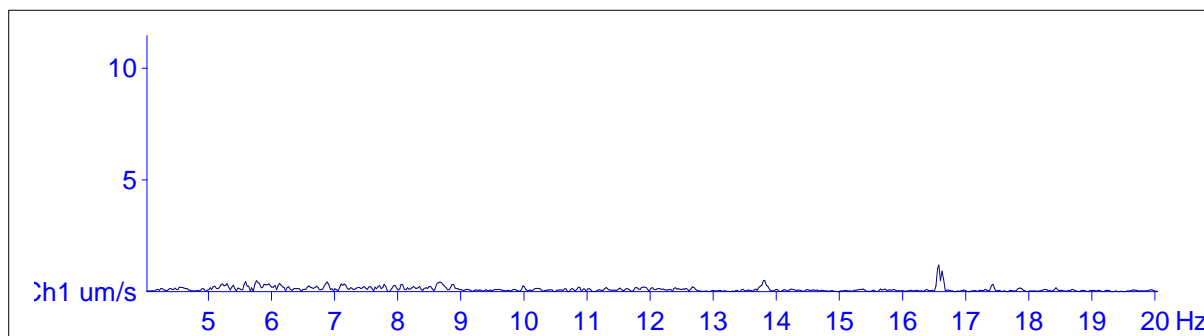
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03243.vmr  
 Station: Momeitive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 243  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:08:30 + 460 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Freq(1): 16,58 Hz  
 Freq(2): 5,737 Hz  
 Freq(3): 16,63 Hz

### Amplitude Spectrum



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband en uitbr.rst. 93, 92, 91, 94 uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

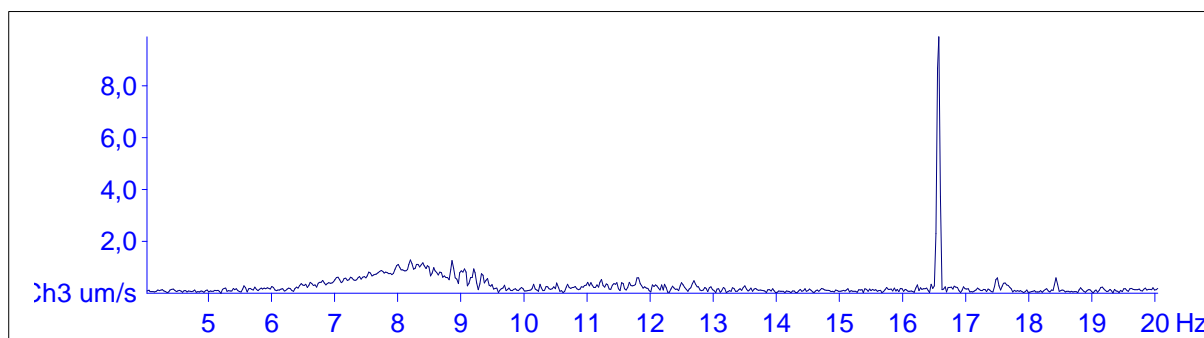
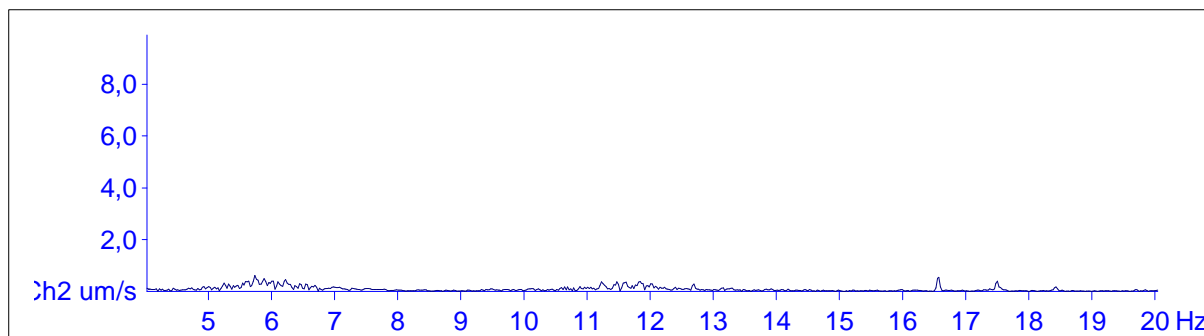
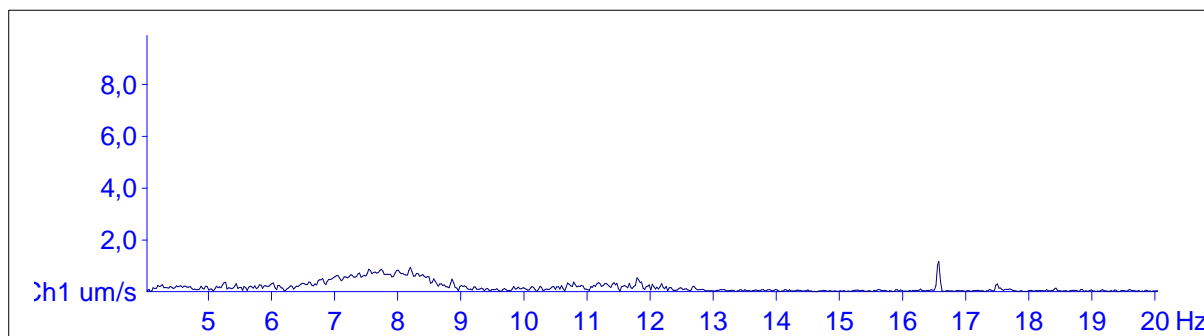
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...yscom meting\---03249.vmr  
 Station: Momeitive4  
 Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 249  
 Event Date: 4-6-2015  
 Start Time: 14:12:06 + 237.5 ms  
 Range: 0,00 - 35,97 s

Freq(1): 16,58 Hz  
 Freq(2): 5,737 Hz  
 Freq(3): 16,58 Hz

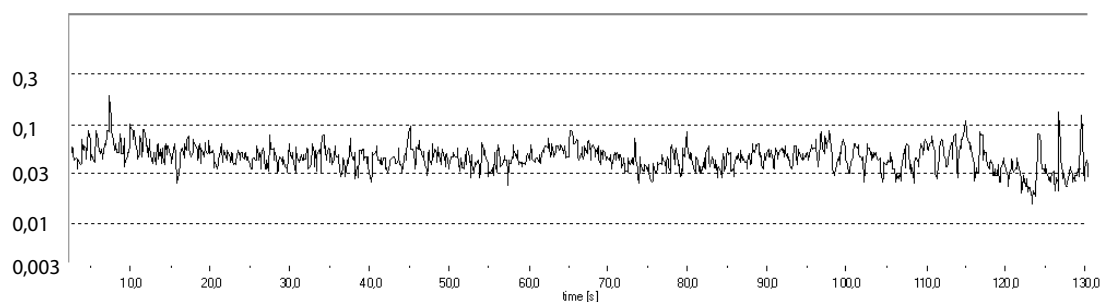
### Amplitude Spectrum



Syscom  
 Slaapkamer 1e verdieping,  
 leesband en uitbr.rst. 93, 92, 91, 94 en zandbereiding uitgeschakeld  
 rest in bedrijf

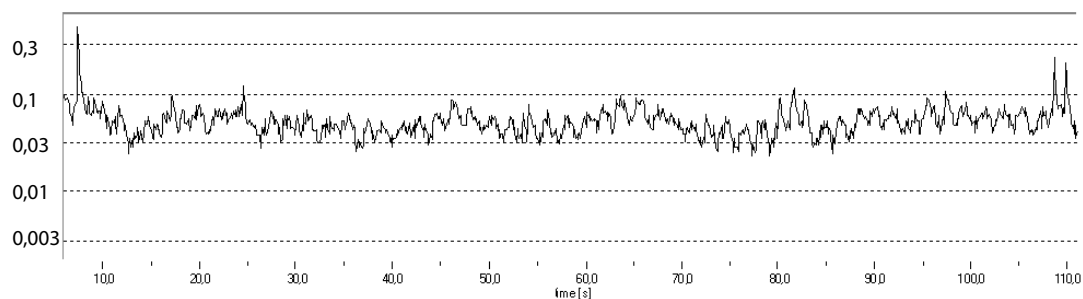
## Slaapkamer 2e verdieping

Verloop  $v_{\text{eff}}(t)$  bij representatieve bedrijfssituatie (alle installaties in bedrijf, leesband aangestuurd op 38 Hz), horizontale richting dwars op Keppelseweg.

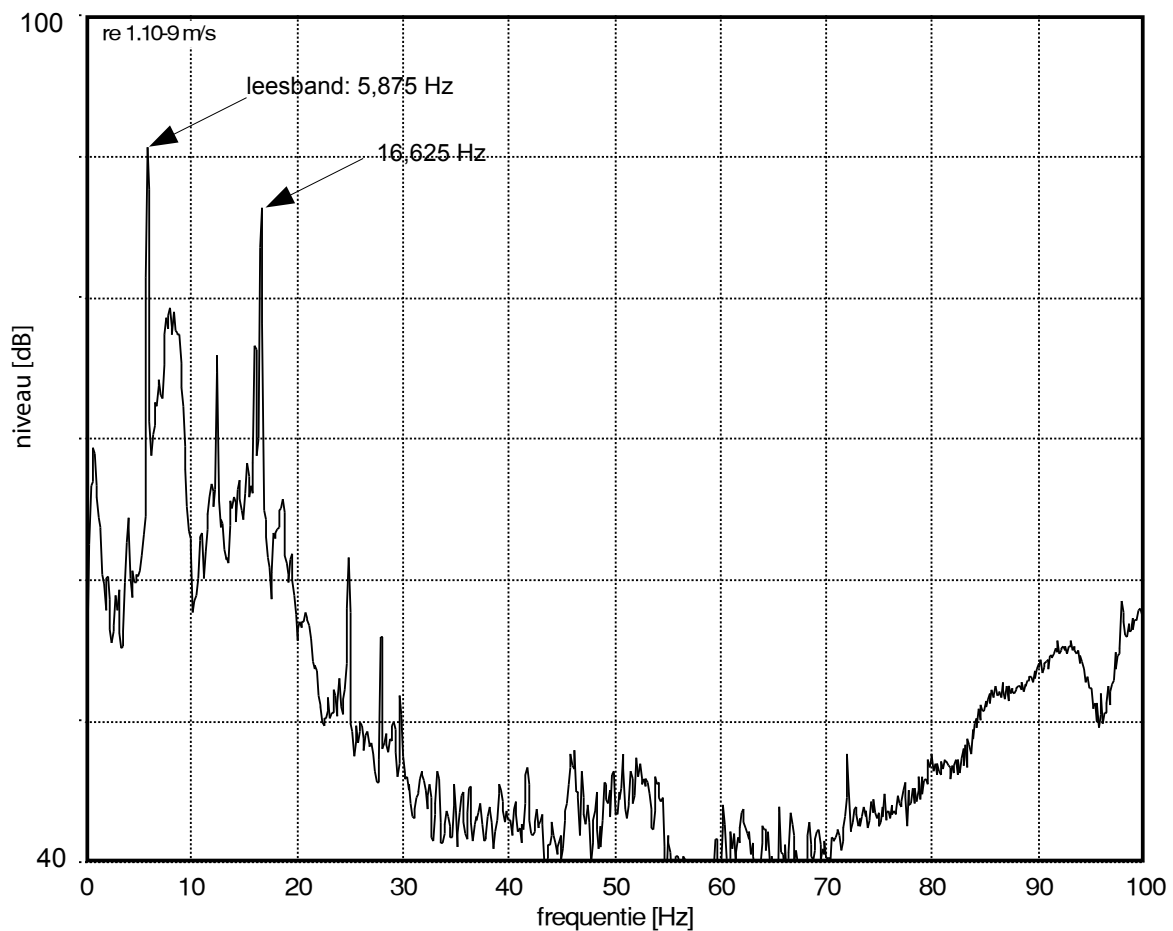


## Slaapkamer 2e verdieping

Verloop  $v_{\text{eff}}(t)$  bij representatieve bedrijfssituatie (alle installaties in bedrijf, leesband aangestuurd op 38 Hz), verticale richting.



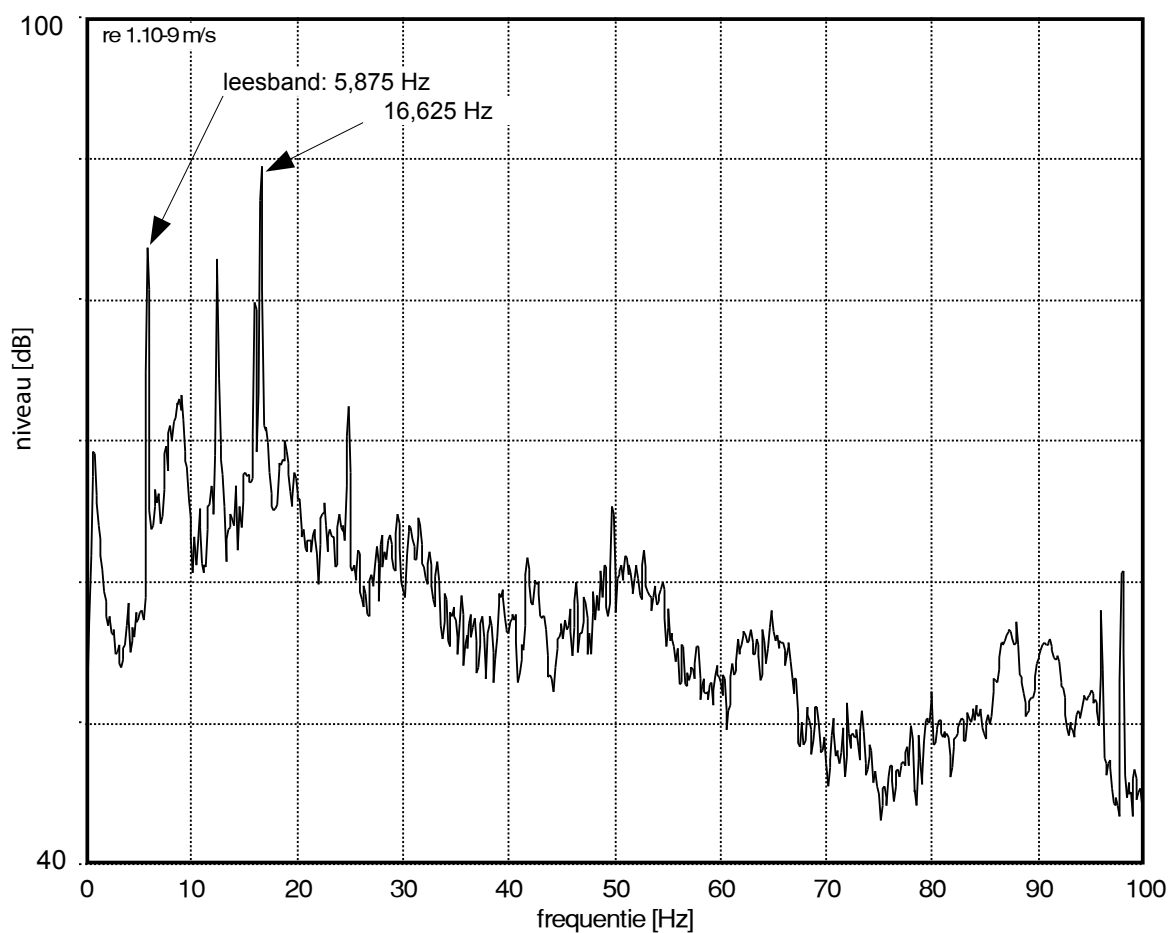
meetdatum 04-06-2015  
databestand Nexus meting 4-6-2015.sbs  
calibratiebestand -  
meetbestand -  
duur 116 s  
meting nr. 01



totaal	96,2 dB	bereik	0 - 100 Hz
		resolutie	0,125 Hz
		middelingen	800
		overlap	50%
		venster	Hanning



meetdatum 04-06-2015  
databestand Nexus meting 4-6-2015.sbs  
calibratiebestand -  
meetbestand -  
duur 96 s  
meting nr. 21



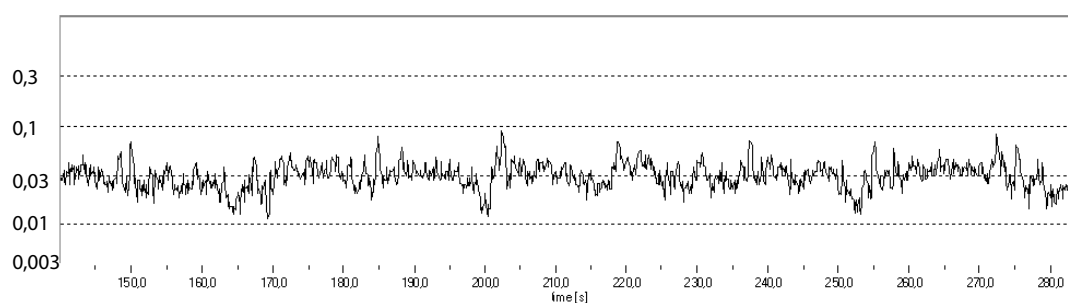
totaal

95,5 dB

bereik 0 - 100 Hz  
resolutie 0,125 Hz  
middelingen 800  
overlap 50%  
venster Hanning

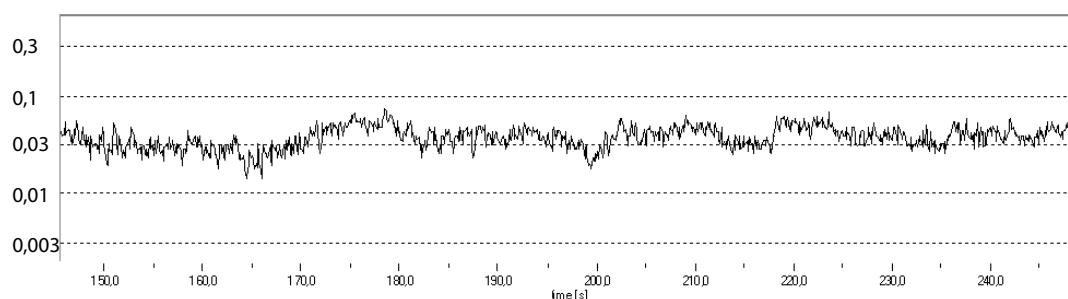
## Slaapkamer 2e verdieping

Verloop  $v_{\text{eff}}(t)$ , situatie met leesband uitgeschakeld, overige installaties representatief in bedrijf, horizontale richting dwars op Keppelseweg.



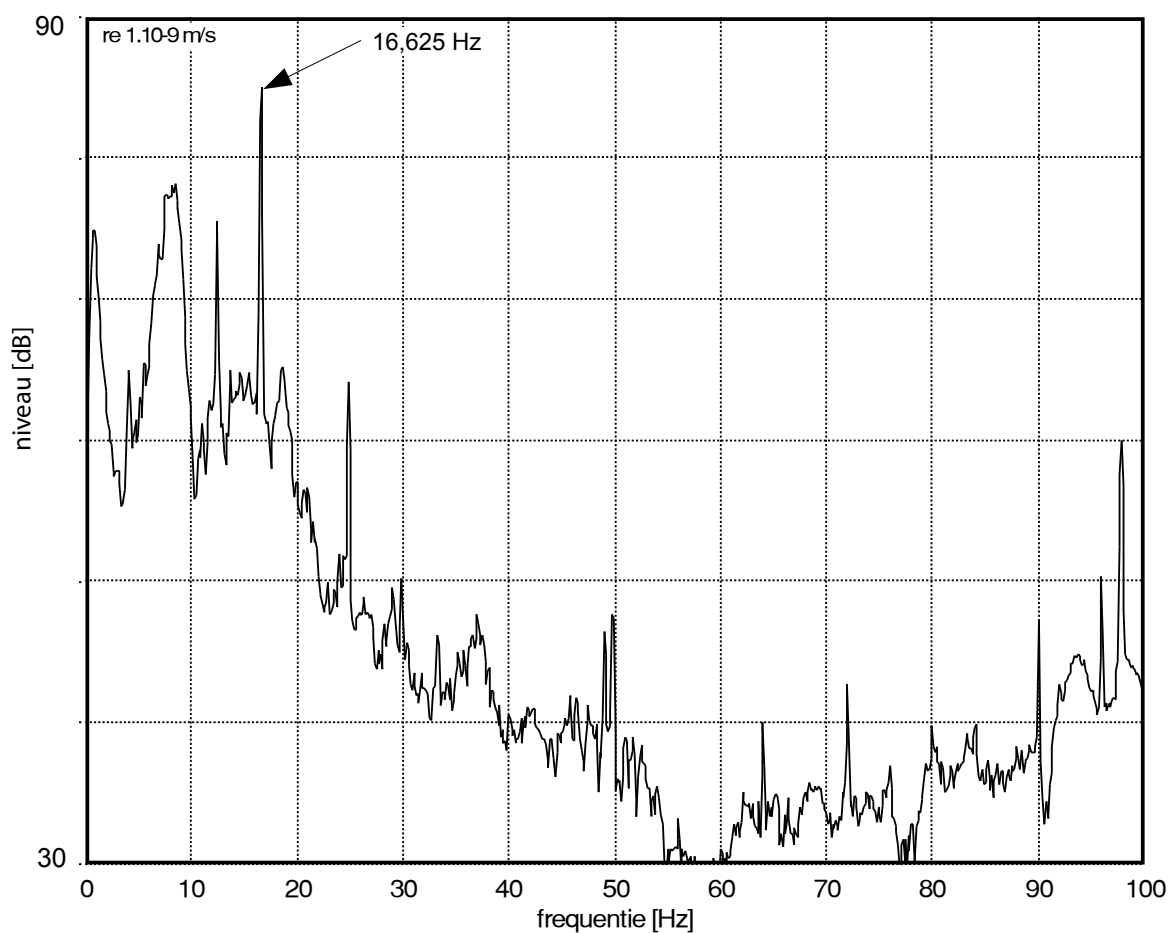
## Slaapkamer 2e verdieping

Verloop  $v_{\text{eff}}(t)$ , situatie met leesband uitgeschakeld, overige installaties representatief in bedrijf, verticale richting.



12.08u Slaapk. 2e verd. hor, leesband uit,  
rest in bedr.

meetdatum 04-06-2015  
databestand Nexus meting 4-6-2015.sbs  
calibratiebestand -  
meetbestand -  
duur 136 s  
meting nr. 02

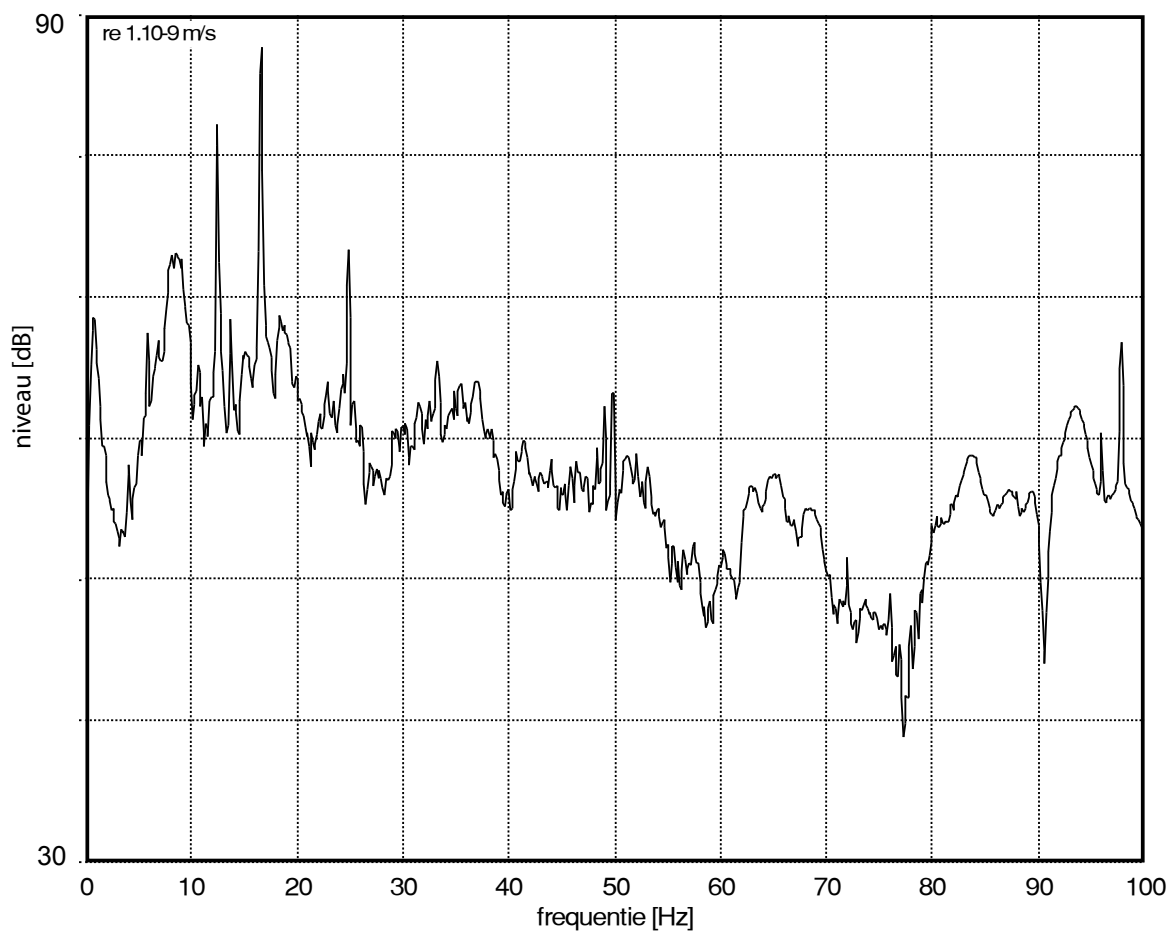


totaal

92,7 dB

bereik 0 - 100 Hz  
resolutie 0,125 Hz  
middelingen 800  
overlap 50%  
venster Hanning

meetdatum 04-06-2015  
databestand Nexus meting 4-6-2015.sbs  
calibratiebestand -  
meetbestand -  
duur 160 s  
meting nr. 22



totaal

93,8 dB

bereik	0 - 100 Hz
resolutie	0,125 Hz
middelingen	800
overlap	50%
venster	Hanning