

PCE Brookhuis

Institutenweg 15

7521 PH Enschede

The Netherlands

Telefoon+31 53 737 01 92

Fax: +31 53 430 36 46

[info@pcebenelux.nl](mailto:info@pcebenelux.nl)

[www.pcebrookhuis.nl](http://www.pcebrookhuis.nl)

## GEBRUIKSAANWIJZING

### Trillingsmeter PCE-VM 31



## Inhoudsopgave

1 Inleiding .....	4
2 Veiligheid .....	4
3 Technische specificaties .....	5
4 Systeemomschrijving.....	6
5 Uitleg over de meting van menselijke trillingen.....	7
5.1 ISO normen.....	7
5.2 EU-richtlijn 2002/44/EG .....	7
6 Menselijke trillingen meten met de VM 31.....	11
6.2 Inschakelen van het apparaat en aansluiting van de sensor.....	12
6.3 Hand-arm vibratie-metingen met de VM 31.....	12
6.3.1 Meetpunten.....	13
6.3.2 Instellingen .....	14
6.4 Lichaamstrilling-metingen met de VM 31 .....	15
6.4.1 Meetpunten.....	15
6.4.2 Instellingen .....	16
7 Algemene trillingsmetingen .....	21
8 Frequentie-analyse.....	23
9 Meetwaardegeheugen .....	24
10 Toetsvergrendeling.....	24
11 Apparaat instellingen .....	25
1.1 Opnemer-kalibratie .....	25
11.2 Tijd en datum.....	25
11.3 Automatische uitschakeling .....	26
11.4 Batterijtype.....	26
11.5 Displayhelderheid.....	27
11.6 Menutaal .....	27
11.7 Basisinstellingen .....	27
12 Reset.....	27
13 Verbinding met de pc .....	28
14 Data-overdracht naar de pc .....	29
14.1 Openen van de Excel-tool vm31.xlsm .....	29
14.2 Data-import .....	30
14.3 Berekening van de dag-blootstellingswaarde .....	30
14.4 FFT-Data-import .....	32

15 Firmware update .....	33
16 Kalibratie .....	34
17 Verwijdering en contact .....	35

## 1 Inleiding

Hartelijk dank voor de aanschaf van een Trillingsmeter PCE-VM 31 van PCE Instruments.

Onder menselijke trillingen verstaan we vibraties die inwerken op het menselijke lichaam. De meting van deze vibraties wordt uitgevoerd om gezondheidsrisico's te vermijden, maar ook voor de beoordeling van het comfortgevoel, bijv. in auto's. We maken onderscheid tussen twee categorieën:

- Hand-arm vibraties: Deze vibraties dringen via de hand het lichaam in. Deze vibraties kunnen problemen met de bloedsomloop, botten of gewrichten en spieraandoeningen veroorzaken (HAVS- Hand Arm Vibratie Syndroom).
- Lichaamstrillingen: We spreken van lichaamstrillingen als het hele lichaam is blootgesteld aan trillingen en schokken via de voeten of het zitvlak. Door langdurige blootstelling aan lichaamstrillingen kunnen o.a. rugklachten en een vervroegde en versnelde slijtage van de wervelkolom ontstaan.

## 2 Veiligheid

- Lees, voordat u het apparaat in gebruik neemt, de gebruiksaanwijzing zorgvuldig door. Bij schade, veroorzaakt door niet-naleving van de instructies in deze handleiding, vervalt de aansprakelijkheid.
- Gelieve de batterijen verwijderen, indien het apparaat voor een langere periode niet gebruikt wordt, om schade door lekkage van de batterijen te voorkomen.
- Dit instrument mag alleen op de in deze handleiding beschreven wijze gebruikt worden. Als het instrument op een andere wijze gebruikt wordt, kan dit leiden tot gevaarlijke situaties.
- Apparaat niet bloot stellen aan extreme temperaturen, direct zonlicht, extreme luchtvochtigheid of vocht.
- Bedien de meter niet met natte handen.
- Er dienen geen technische wijzigingen aan het apparaat aangebracht te worden.
- Gebruik voor het reinigen van het apparaat een vochtige doek. Gebruik onder geen beding oplos- of schuurmiddelen.
- Het apparaat mag alleen met toebehoren uit het aanbod van PCE Instruments uitgebreid worden, of met toebehoren van gelijkwaardige vervanging.
- Controleer de behuizing van het apparaat voor aanvang van de meting altijd op onvolledigheden of schade, bij zichtbare schade mag het apparaat niet in gebruik genomen worden.
- Het apparaat mag niet gebruikt worden in een explosieve atmosfeer.
- Niet naleving van de veiligheidsvoorschriften kan het apparaat beschadigen en letsel veroorzaken aan de bediener.

Lees, voordat u het apparaat in gebruik neemt, de gebruiksaanwijzing zorgvuldig door. Het apparaat dient alleen in gebruik genomen te worden door zorgvuldig opgeleid personeel.

Deze handleiding is een uitgave van PCE Instruments, zonder enige garantie.

Wij verwijzen u naar onze algemene garantievoorzwaarden, welke te vinden zijn in onze algemene voorwaarden.

Bij vragen kunt u contact opnemen met PCE Instruments.

### 3 Technische specificaties

Ingangen	4 Low-Power-IEPE-ingangen, >0,7 mA / 17 V, sensorgevoeligheid 0,8 ... 120 mV/ms <sup>2</sup> TEDS-ondersteuning voor template 25 volgens IEEE 1451.4	
Meetbereik	Sensor met 1 mV/ms <sup>2</sup>	Sensor met 10 mV/ms <sup>2</sup>
Versnelling	1100 m/s <sup>2</sup>	110 m/s <sup>2</sup>
Snelheid	100 ... 10 000 mm/s (1 kHz/1 Hz)	10 ... 1000 mm/s (1 kHz/1 Hz)
Afstand (piekwaarde)	250 ... 15 000 µm (5 Hz/250 Hz)	25 ... 1500 µm (5 Hz/250 Hz)
Weergave resolutie	Sensor met 1/10 mV/ms <sup>2</sup>	Sensor met 100 mV/ms <sup>2</sup>
Versnelling	0,01 m/s <sup>2</sup>	0,001 m/s <sup>2</sup>
Snelheid	0,1 mm/s	0,001 mm/s
Afstand	1 µm	0,1 µm
Lineariteit bereik	> 75 dB (voor < ± 6 % fouten)	
Geruis	<0,003 m/s <sup>2</sup>	
Data geheugen	Flash, 10 000 Meetwaarde datasets, 1000 FFTs	
Display	OLED, gekleurd, 128 x 160 punten	
USB-interface	USB 2.0, full-speed, CDC-modus, via kabel VM2x-USB	
Batterijen	3 cel batterijen type AAA, Alkaline (LR03) of NiMH- Accu's (HR03)	
Bedrijfsduur	10 ... 14 uur, afhankelijk van de batterijcapaciteit	
Bedrijfstemperatuur	-20 ... +60 °C	
Afmetingen	125 x 65 x 27 mm (zonder stekerverbindingen)	
Gewicht	140 g (met batterijen, zonder sensor)	

## 4 Systeemomschrijving



## 5 Uitleg over de meting van menselijke trillingen

### 5.1 ISO normen

We maken onderscheid tussen twee categorieën menselijke trillingen: hand-arm vibraties en lichaamstrillingen.

Beide soorten trillingsmetingen worden beschreven in de internationale normen:

- **ISO 5349** - Meetmethoden voor hand-arm vibraties
- **ISO 2631** - Meetmethoden voor lichaamstrillingen (ook ASA/ANSI S3.18)
- **ISO 8041** - Meetapparatuur voor lichaamstrillingen
- **ISO 8662** - Meting van mechanische trillingen aan de handgreep van gemotoriseerde machines
- **ISO 6954** - Trillingen op schepen
- **ISO 10056** - Trillingen in railvoertuigen
- **ISO 10326** - Laboratoriumtesten voor de beoordeling van trillingen van voertuigstoelen
- **ISO 28927** - Handheld gemotoriseerde machines- Testmethoden voor het beoordelen van de trilling emissie.

Praktijkgerichte aanwijzingen voor de meting van hand-arm vibraties en lichaamstrillingen vindt men ook in de norm **VDI 2057**.

### 5.2 EU-richtlijn 2002/44/EG

Hieronder vindt u een korte samenvatting van de EU-richtlijn 2002/44/EG van het Europese parlement en de raad van 25 juni 2002. In de richtlijn vindt men de minimale veiligheidseisen ter bescherming van werknemers voor de gevaren van vibraties. De fabrikanten van machines en apparaten, alsmede de werkgevers die deze inzetten, zijn verplicht een risicoanalyse met betrekking tot de trilling-belasting van de bediener door te voeren. De risicoanalyse kan op basis van de specificaties van de fabrikant of door middel van een meting, bijv. met behulp van de Trillingsmeter PCE-VM 31, geschieden. De richtlijn legt de volgende grenswaarden vast:

Tabel 1	Hand-arm, RMS	Lichaam, RMS	Lichaam, RMS
<b>Drempelwaarde</b>	2,5 m/s <sup>2</sup>	0,5 m/s <sup>2</sup>	9,1 m/s <sup>1,75</sup>
<b>Blootstellingslimiet</b>	5 m/s <sup>2</sup>	1,15 m/s <sup>2</sup>	21 m/s <sup>1,75</sup>

Wordt de drempelwaarde overschreden kunnen technische en organisatorische maatregelen ter verlaging van de trilling-belasting genomen worden.

Met name de volgende maatregelen:

- Alternatieve werkwijze, die de trilling-belasting verlaagt.
- Gebruik maken van geschikte middelen, die de belasting reduceren.
- Inzetten van beschermende middelen, bijv. trilling-dempende stoelen of handgrepen.
- Onderhoudsschema opstellen voor arbeidsmiddelen.
- Aanpassen van het ontwerp en de indeling van de werkplek.
- Scholen van de werknemers m.b.t. de correcte ingebruikname van de arbeidsmiddelen.
- Begrenzen van de arbeidsduur, bij werkzaamheden waarbij trillingen optreden.
- Opstellen van werkschema's met rustperiodes.
- Het verstrekken van kleding aan werknemers ter bescherming tegen kou en vocht.

De blootstellingslimiet dient in geen geval overschreden te worden. Gebeurt dit, zijn onmiddellijk maatregelen te nemen, om de trilling-belasting te verminderen. De trilling-belasting kan gecontroleerd worden door middel van steekproefcontroles. De bovengenoemde grenswaarden zijn conform de gestandaardiseerde dagelijkse blootstelling A (8), die gebaseerd is op een werkdag van 8 uur. Deze rekensom dient voor een eenvoudig vergelijk van de blootstelling aan trillingen. Voor de bepaling van A(8) is een acht uurs-meting nodig. Hiertoe voert men korte metingen uit op een aantal trilling-gevoelige locaties en rekt de resultaten om tot acht uur. De dag-blootstellingslimiet wordt daarna als volgt berekend:

$$A(8) = a_w \sqrt{\frac{T_e}{T_0}}$$

Vergelijking 1

Hierbij is:

- A(8) = De dag-blootstellingslimiet
- $a_w$  = Bij hand-arm trillingen: De energie-equivalent gemiddelde waarde van de frequentie berekende versnelling tijdens de blootstellingsduur, dat wil zeggen de vectorsom van de, met het Wh filter frequentie-bepaalde, effectieve-waarden voor X / Y / Z (Vergelijking 2).

$$a_w = \sqrt{a_{wx}^2 + a_{wy}^2 + a_{wz}^2} \quad \text{Vergelijking 2}$$

- $a_w$  = Bij lichaamstrillingen: De grootste van de drie effectieve waarden  $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$  en  $a_{wz}$ , waarbij de volgende frequentiebeoordelingen geschieden:
  - o X en Y met beoordelingsfilter  $W_d$  en met wegingsfactor 1,4
  - Z met beoordelingsfilter  $W_k$  en met wegingsfactor 1,0
- $T_e$  = De duur van de trilling-belasting per dag
- $T_0$  = De referentieduur van 8 uur

De dag-blootstellingslimiet kan uit meerdere periodes van trilling-belasting, met verschillende vibratieamplitudes, bestaan. Dit komt voor, wanneer er bijv. lange onderbrekingen zijn of wanneer er van arbeidsmiddelen gewisseld wordt. Een periode van trilling-belasting kenmerkt zich door een redelijk constante blootstelling aan trillingen, met minder dan 10% onderbrekingen, over de gehele periode gezien. De uit meerdere periodes berekende dag- blootstellingslimiet wordt als volgt berekend:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{wi}^2 T_{ei}}$$

Vergelijking 3

Hierbij is:

- A(8) = De dag-blootstellingslimiet
- $a_{wi}$  = De energie-equivalent gemiddelde waarde of de vectorsom ( $a_w$ ) van de, met het Wh filter frequentie-bepaalde, versnelling tijdens de i-ten werkzaamheden.
- n = Aantal werkzaamheden
- $T_{ei}$  = De duur van de i-ten werkzaamheid
- $T_0$  = De referentieduur van 8 uur



### Lichaamstrillingen

Voor X/Y/Z worden drie verschillende dag-blootstellingswaarden berekend. De grootste van de drie waarden worden gebruikt voor de risicobeoordeling, dat wil zeggen- deze waarde wordt vergeleken met de grenswaarden van tabel 1.

$$A_X(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{wxi}^2 T_{ei}} \quad \text{Vergelijking 4}$$

$$A_X(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{wyi}^2 T_{ei}} \quad \text{Vergelijking 5}$$

$$A_X(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{wzi}^2 T_{ei}} \quad \text{Vergelijking 6}$$

Hierbij is:

- $A_{x/y/z}(8)$  = De dag-blootstellingslimiet van X/Y/Z
- $a_{wx/y/z/i}$  = De energie-equivalent gemiddelde waarde ( $a_w$ ) van de versnelling van X/Y/Z tijdens de i-ten belasting-periode, waarbij de volgende beoordelingen geschieden:
  - o X en Y met beoordelingsfilter  $W_d$  en met wegingsfactor 1,4
  - Z met beoordelingsfilter  $W_k$  en met wegingsfactor 1,0
- n = Aantal belasting-periodes
- $T_{ei}$  = De duur van de i-ten belasting-periode
- $T_0$  = De referentieduur van 8 uur

De getoonde berekeningen van de dag-blootstellingswaarden zijn op basis van de effectiefwaarden (RMS). Als alternatief kan gebruik gemaakt worden van een berekening op basis van de vibratie-dosiswaarden (VDV). Hierbij gaat het om de vierde wortel uit de som van de vierde macht met de eenheid  $m/s^{1,75}$ . In tabel 1 wordt ook gebruik gemaakt van VDV-grenswaarden.

De berekening van de dag-blootstellingswaarden VDV(8):

$$VDV(8) = VDV * \sqrt[4]{\frac{T_{exp}}{T_{meas}}} \quad \text{Vergelijking 7}$$

Hierbij is:

- VDV(8) = De dag-blootstellingswaarde
- VDV = De frequentie- bepaalde vibratie-dosiswaarden gedurende de blootstellingduur
- $T_{exp}$  = De blootstellingsduur
- $T_{meas}$  = De meetduur

De dag-blootstellingswaarde op basis van de VDV waarden kan tevens uit meerdere periodes van trilling-belasting, met verschillende vibratieamplitudes, bestaan. Voor X/Y/Z worden drie verschillende dag-blootstellingswaarden berekend. De grootste van de drie waarden worden gebruikt voor de risicobeoordeling, dat wil zeggen- deze waarde wordt vergeleken met de grenswaarden van tabel 1.

$$VDV_x(8) = \sqrt[4]{\sum_{i=1}^n VDV^4_{xi} * \frac{T_{iexp}}{T_{imeas}}} \quad \text{Vergelijking 8}$$

$$VDV_y(8) = \sqrt[4]{\sum_{i=1}^n VDV^4_{yi} * \frac{T_{iexp}}{T_{imeas}}} \quad \text{Vergelijking 9}$$

$$VDV_z(8) = \sqrt[4]{\sum_{i=1}^n VDV^4_{zi} * \frac{T_{iexp}}{T_{imeas}}} \quad \text{Vergelijking 10}$$

Hierbij is:

- $VDV_{x/y/z}$  = De dag-blootstellingswaarde van de drie waarden
- $VDV_{x/y/zi}$  = De frequentie- bepaalde vibratie-dosiswaarden van de drie waarden gedurende de i-ten blootstellingsperiode
- $T_{exp}$  = De blootstellingsduur tijdens de i-ten blootstellingsperiode
- $T_{meas}$  = De meetduur tijdens de i-ten blootstellingsperiode

De VM 31 meet de hand-arm vibraties en lichaamstrillingen. Dit laatste zowel op basis van effectieve waarden (RMS) als op basis van vibratie-dosiswaarden. voor de berekening van de dag-blootstellingswaarde is een Excel-tool beschikbaar.

## 6 Menselijke trillingen meten met de VM 31

De VM31 wordt gevoed door drie standaard AAA batterijen. Ook kunnen NiMH batterijen gebruikt worden. Door de geringe minimale spanning van de VM 31 worden de batterijen optimaal gebruikt. Na het vervangen van de batterijen moeten tijd en datum opnieuw ingesteld worden. Anderen instellingen, zoals de opgeslagen meetwaarde, blijven bewaard. Om de batterijen te vervangen schroeft u beide schroeven, op het deksel aan de achterzijde van het apparaat, los. Open vervolgens het deksel en vervang de batterijen voor drie nieuwe van het juiste type. Let hierbij op de aangegeven polariteit in de behuizing van het apparaat.



### Let op:

- Gebruik altijd drie batterijen van hetzelfde type en met dezelfde fabricagedatum.
- Haal de batterijen uit het apparaat, indien u deze langere tijd niet in gebruik neemt, om schade door uitlopen van de batterijen te voorkomen.



Batterijen mogen niet worden weggegooid bij het huishoudelijk afval; de eindgebruiker is wettelijk verplicht deze in te leveren. Gebruikte batterijen kunnen bij de daarvoor bestemde inzamelpunten worden ingeleverd.

De VM 31 heeft in de linker bovenhoek van het display een vijfdelige batterijweergave. Een groen gevuld batterijsymbool betekent een volledige batterijspanning. Wordt het symbool rood, dan is het tijd de batterijen te vervangen. Lees hier ook over in hoofdstuk 11.4. Is de trillingsmeter verbonden via de USB met de pc, dan wordt de meter gevoed door de pc, om de batterijen te sparen. In dit geval wordt op het display de aanduiding "Extern" weergegeven.

## 6.2 Inschakelen van het apparaat en aansluiting van de sensor

Schakel het apparaat in, door op de ON/OFF toets te drukken. Indien er niet reeds een sensor is aangesloten op het apparaat, steekt u de sensorkabel in de rechter aansluiting. De Trillingsmeter PCE-VM 31 is uitgerust met een TEDS-functie, volgens de norm IEEE 1451.4. Het apparaat herkent een aangesloten sensor automatisch en leest de gevoeligheid van de sensor. Bevestig vervolgens met OK.



Vereiste voor de TEDS-functie zijn sensoren die TEDS-compatibel zijn en standaard template nr. 25.

Is een aangesloten sensor niet TEDS-compatibel, schakelt het apparaat automatisch over naar de manuele invoer van de sensorgevoeligheid, onder de weergave van de sensor. (Zie hoofdstuk 11.1).

Zolang een sensor is aangesloten, blijven de gevoeligheden opgeslagen, ook wanneer de batterijen worden vervangen. De TEDS-sensorherkenning wanneer het apparaat voor aansluiting van de sensor „SENSOR!“ heeft weergegeven op het display. Een defecte sensor (kabelbreuk, kortsluiting, etc.) herkent men aan de aanduiding „SENSOR!“ bij de weergave van de meetwaarde van het desbetreffende kanaal. Aan de hand van de toegepaste spanning van de sensor kunt u zien wat het defect is:

< 0,7 V: Kortsluiting

0,7 – 14 V: In orde

>14 V: Leegloop of kabelbreuk

Na het inschakelen en vervangen van de sensor heeft het apparaat enige minuten nodig om op te starten.

De trillingsmeter is geschikt voor de aansluiting van alle piëzo-elektrische IEPE versnellingsopnemer, die met constante stroom van 1 mA aangedreven kunnen worden. De drie interne constante stroombronnen hebben een voorspanning van 18 V.

## 6.3 Hand-arm vibratie-metingen met de VM 31

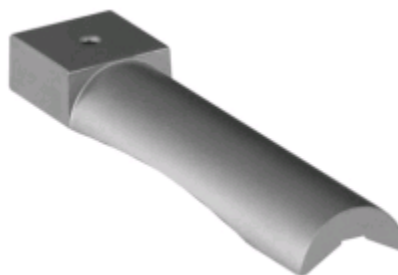
In het volgende hoofdstuk vindt u de basisinformatie met betrekking tot de meting van hand-arm vibraties, gebaseerd op de norm ISO 5349 en de VDI richtlijn VDI 2057, blad 2. Meer gedetailleerde informatie vindt u in de originele documenten.

### 6.3.1 Meetpunten

Kies een meetpunt, zo dicht mogelijk bij de grijppunten van de hand, zonder hierbij de normale werkwijze te belemmeren. De meting moet uitgevoerd worden bij bedrijfscondities, die overeenkomen met de standaard bedrijfscondities. Omdat de meeste handgrepen van bedrijfsapparatuur geen vlakke oppervlakken hebben, voor het opplakken of opschroeven van de sensor, kan gebruik gemaakt worden van de optioneel verkrijgbare koppeling adapters.

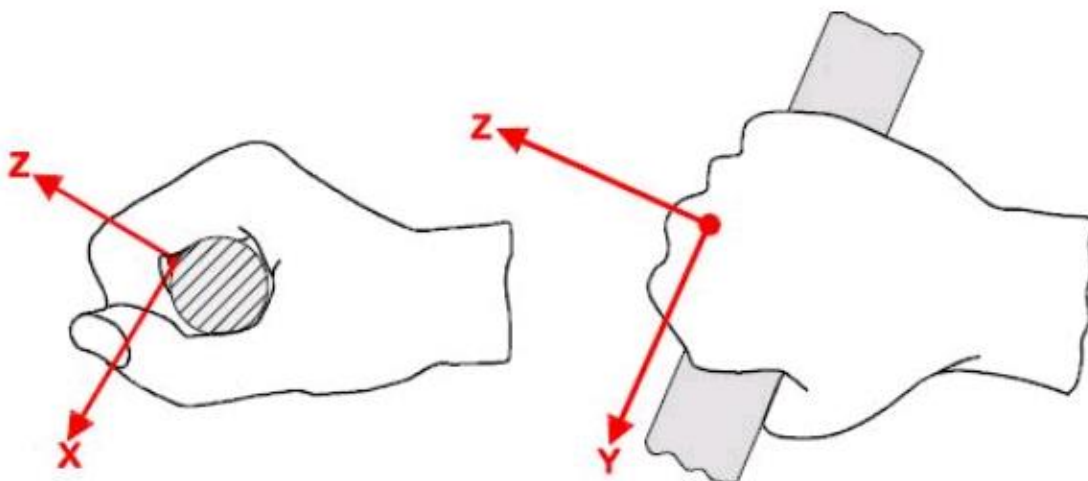


Strap-adapter 140



Hand-held-adapter

Een vaste koppeling van de sensor is zeer belangrijk. De sensor mag geen eigenbeweging uitwijken, omdat dit de trillingsmetingen kan beïnvloeden. In de volgende afbeelding wordt de uitlijning van de coördinaten getoond, waar op gelet dient te worden bij de montage van de sensor. Bij ronde handgrepen ligt de Y-as parallel aan de as van de handgreep. De Z-as ligt ongeveer in het verlengde van het derde middenhandsbeentje.

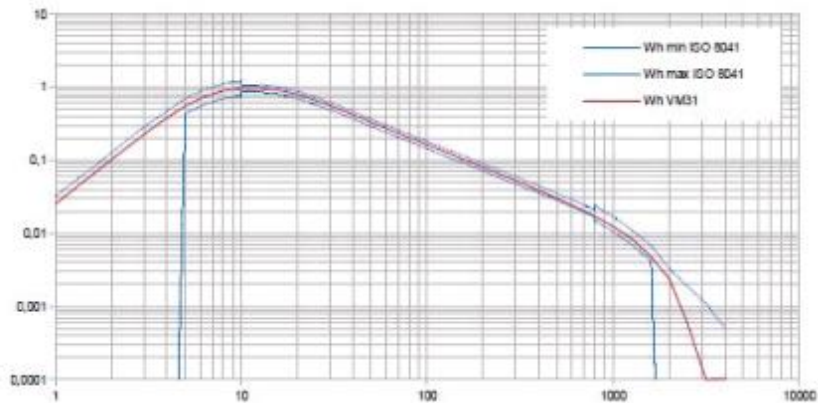


### 6.3.2 Instellingen

Voor de documentatie van de metingen wordt aanbevolen zowel de interval-effectief-waarden voor de drie assen, als ook de vectorsom "aW" te specificeren. De trillingsmeter kan alle vier de waarden gelijktijdig meten. Verder geeft het apparaat ook de MTVV (Maximum Transient Vibration Value) aan. Hierbij gaat het om de hoogste effectieve waarde met een middelingsduur van 1 sec, sinds het begin van de meting. Als frequentie-weegfilter wordt het filter Wh gebruikt. Onderstaande afbeelding toont de frequentierespons van de VM 31 en het tolerantiebereik volgens de norm ISO 5349.



Hand-arm meting



Hand-arm weegfilter Wh

Open met behulp van F3 het hoofdmenu en selecteer „Meetmodus“/„Menselijke trillingen“/ „Hand-Arm ISO 5349“/„Gezondheid“. Hierna komt u weer bij de meetwaardeweergave. met behulp van F1 kunt u de instellingen bekijken. Zijn de meetcondities stabiel, dat wil zeggen: de sensor en hand bevinden zich op het te onderzoeken object, dan kan de meting beginnen. Druk hiervoor op de ► (Reset) toets. Hierdoor gebeurt het volgende:

- De interval-effectief-waarden voor x/y/z, de vectorsom aW en de MTVV worden op nul gezet.
- De meetduur-timer wordt opnieuw gestart.

Een reset is uitermate noodzakelijk voor iedere meting, om gedefinieerde startcondities vast te stellen. De interval-effectief-waarden voor x/y/z en de vectorsom aW worden over de duur van de meting gemiddeld. Dit heeft als gevolg dat hoe langer de meting duurt, hoe minder de weergavewaarden schommelen. Bij een meting met een toenemende meetduur, hebben afzonderlijke stoten minder invloed. Relevant voor de gezondheidsbeoordeling zijn alleen de laatst getoonde meetwaarden. Een minimale meetduur van 30 sec. wordt voor de hand-arm meting aanbevolen. Ter waarschuwing blijft de weergave van de meetduur-timer rood, tot dit tijdstip. Na verloop van de aanbevolen meetduur drukt u op de ▼ toets, om het meetresultaat op te slaan. Op het moment van opslaan dienen de werkzaamheden voortgezet te worden, omdat anders de weergavewaarden langzaam dalen. Nu kunt u de tekst invoeren waarmee u op een later tijdstip de meetwaarden eenvoudig kunt opzoeken (2 regels met ieder max. 10 tekens). Met de toetsen ◀▲▼▶ scrolt u door de hoofdletters en cijfers en wijzigt u de invoerpositie. Met F1 schakelt u naar de andere regel. Voor de invoer van de tekst kan de meting al beëindigd zijn, omdat de meetwaarden reeds opgeslagen worden bij het indrukken van de opslagtoets. Indien meerdere blootstellingsperioden gemeten dienen te worden, moeten meerdere metingen uitgevoerd worden (zie hoofdstuk 5.2). Treed er tijdens de meting een overschrijding op, dan verschijnt de melding „OVERLOAD“ in plaats van de meetwaarde voor het desbetreffende kanaal.

Ook wanneer de melding slechts kort verschenen is, is de meting ongeldig. Bij een overschrijding tijdens de middelingsduur wordt de melding „OVL!“ achter de datum genoteerd. Door op de ► (Reset) toets te drukken verdwijnt de melding. Voor de berekening van de dag-blootstellingswaarde A(8) en voor de documentatie van de meetresultaten kunt u gebruik maken de Excel-tool vm31.xlsm. Bij de meting van de hand-arm vibraties wordt het vierde meetkanaal van de VM 31 niet weergegeven.

## 6.4 Lichaamstrilling-metingen met de VM 31

In het volgende hoofdstuk vindt u de basisinformatie met betrekking tot de meting van lichaamstrillingen, gebaseerd op de norm ISO 2631 en de VDI richtlijn VDI 2057, blad 1. Meer gedetailleerde informatie vindt u in de originele documenten. De beschreven methode is geschikt voor alle soorten van trillingen die op het menselijke lichaam kunnen inwerken. Een uitzondering zijn sterke stoot bevattende trillingen en afzonderlijk schokken.

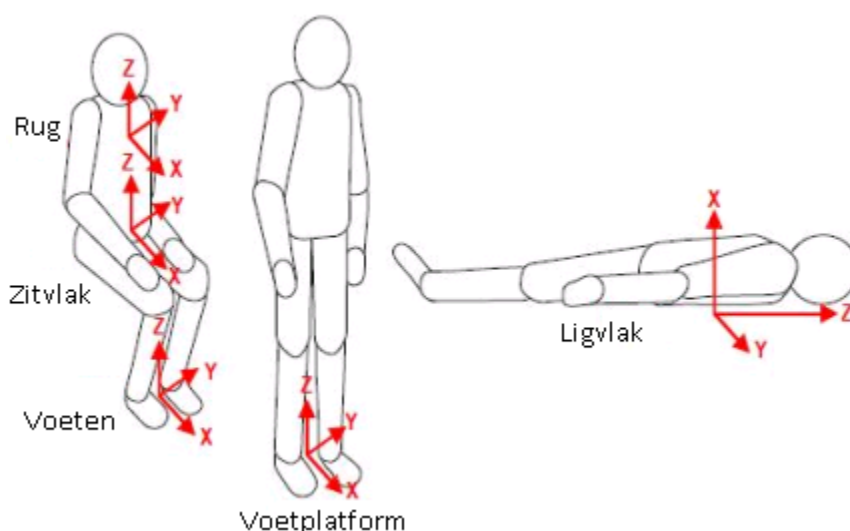
### 6.4.1 Meetpunten

Voor de meting van lichaamstrillingen wordt meestal een kussen-versnellingsopnemer gebruikt. Dit zijn in de regel tri-axiaal metende piëzo-elektrische versnellingsopnemers, die ingebouwd worden in een vlak kussen van flexibel materiaal. Ze passen zich hierdoor optimaal aan, aan grensvlakken tussen het testpersoon en de trillingsbron.

Als meetpositie komt in aanmerking:

- Het zitvlak bij zittende personen
- De rugleuning bij zittende personen
- Onder de voeten bij zittende personen
- Onder de voeten bij staande personen
- Onder het bekken bij liggende personen
- Onder het hoofd bij liggende personen

De volgende afbeelding toont de toewijzing van de coördinaten, volgens de norm ISO 2631. Het is van belang dat de Z-as altijd uitgelijnd wordt langs de ruggengraat. Een uitzondering is de sensoruitlijning bij metingen aan de rugleuning (zie. opmerking onder tabel 2).



<b>Tabel 2 Lichaamstrillingen-/gezondheidsbeoordeling</b>				
Positie	Meetlocatie	Trilling richting	Frequentiebeoordeling	Wegingsfactor
Zittend	Zitvlak	X/Y/Z	$W_d; W_k$	1,4; 1
<b>Lichaamstrillingen-/comfortbeoordeling</b>				
Zittend	Zitvlak	X/Y/Z	$W_d; W_k$	1; 1
	Voetplatform	X/Y/Z	$W_k$	0,25; 0,4
	Rugleuning	$X^*/Y/Z^*$	$W_c; W_d; W_d$	0,8; 0,5; 0,4
Staannd	Voetplatform	X/Y/Z	$W_d; W_k$	1; 1
Liggend	Bekken	X (verticaal)	$W_k$	1
		Y/Z (horizontaal)	$W_d$	1
<b>Spoorwegen:</b>				
Staannd	Voetplatform	X/Y/Z	$W_b$	1
Zittend	Zitvlak/leuning/voeten	X/Y/Z	$W_b$	1
liggend				
<b>In gebouwen:</b>				
Onbepaald	In gebouwen	X/Y/Z	$W_m$	1

Tabel 2: Beoordelingsfilters en -factoren voor lichaamstrillingen

\* Bij metingen aan de rugleuning ligt de Z-as, net als bij alle andere posities, in de richting van de ruggengraat. Wordt een kussen-versnellingsopnemer geplaatst tussen mens en rugleuning, ligt de Z-as echter kaarsrecht tot de rugleuning en daarmee ook tot ruggengraat. Vandaar dast de trillingsmeter VM 31 de X-as en de Z-as omwisselt.

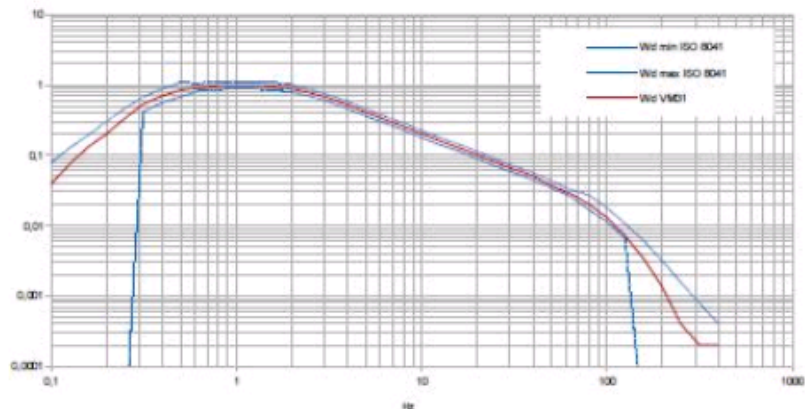
### 6.4.2 Instellingen

#### Lichaamstrilling-meting met effectieve waarden

Voor de documentatie van de metingen wordt aanbevolen zowel de interval-effectief-waarden voor de drie assen, als ook de vectorsom "aW" te specificeren. De trillingsmeter kan alle vier de waarden gelijktijdig meten. Verder geeft het apparaat ook de MTVV (Maximum Transient Vibration Value) aan. Hierbij gaat het om de hoogste effectieve waarde met een middelingsduur van 1 sec, sinds het begin van de meting. Als frequentie-weegfilter wordt het filter  $W_d$  gebruikt voor X/Y en  $W_k$  voor Z, met de wegingsfactoren 1,4 voor X/Y en 1,0 voor Z. Onderstaande afbeelding toont de frequentierespons van de VM 31 voor de filters  $W_d$  en  $W_k$  en het tolerantiebereik volgens de norm ISO 8041.

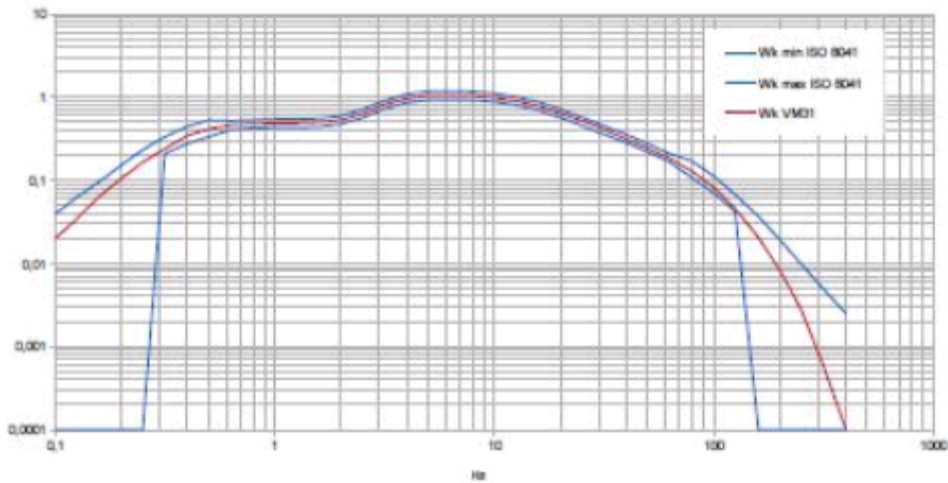


Lichaamstrilling-meting



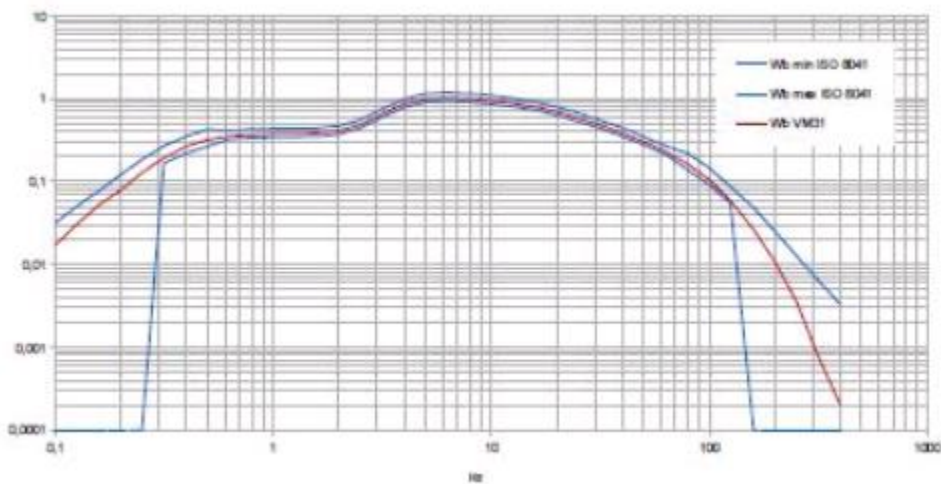
Lichaamstrilling weegfilter  $W_d$



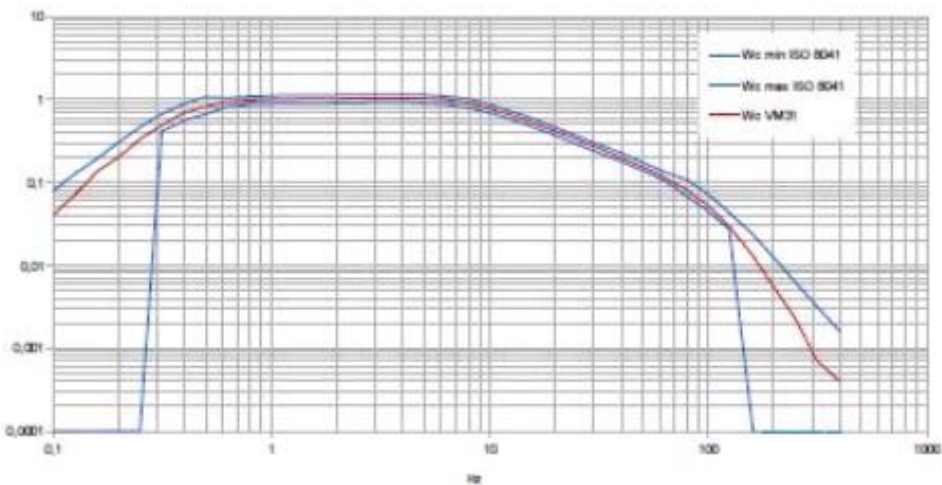


Lichaamstrilling weegfilter Wk

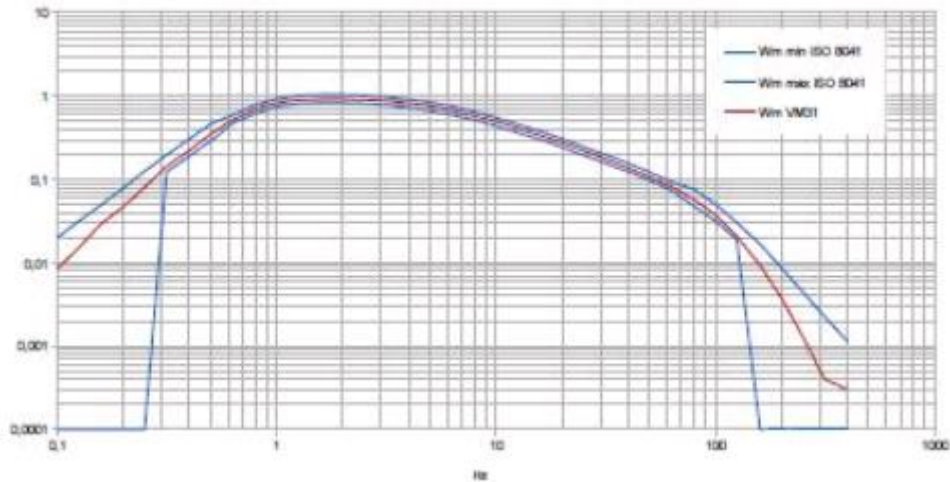
Naast metingen voor de gezondheid-beoordeling kunt u met behulp van de PCE-VM 31 ook metingen voor de comfort-beoordeling uitvoeren, in andere posities en met andere beoordelingen (zie tabel 2). De meetprocedure is daarbij identiek. De passende weegfilters worden in het menu “Comfort-beoordeling”, bij de selectie van positie en meetlocatie, toegewezen.



Lichaamstrilling weegfilter Wb bij spoorwegen



Lichaamstrilling weegfilter Wc bij rugleuningen

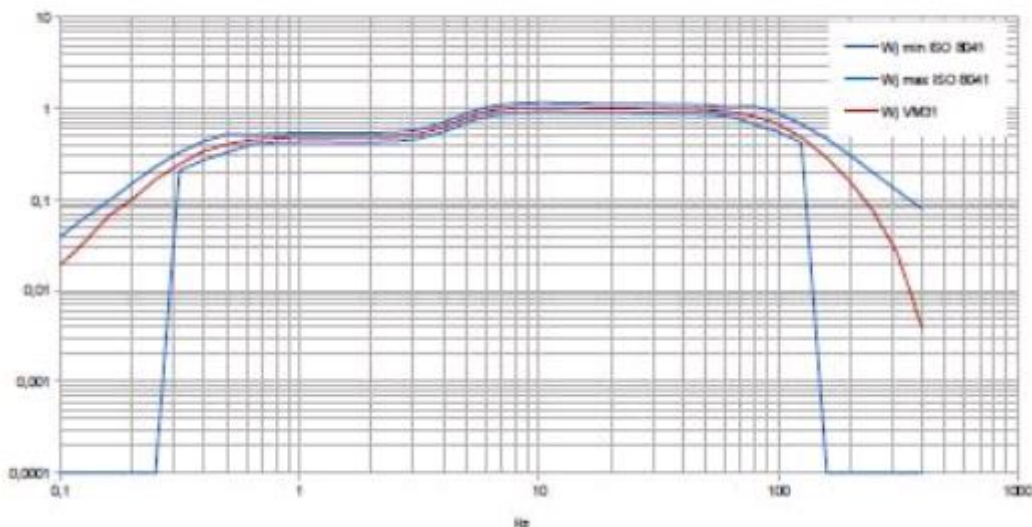


Lichaamstrilling weegfilter Wm in gebouwen

Open met behulp van F3 het hoofdmenu en selecteer „Meetmodus“/„Menselijke trillingen“/ „Lichaamstrillingen ISO 2631“/„Gezondheid“. Hierna komt u weer bij de meetwaardeweergave. Met behulp van F1 kunt u de instellingen bekijken. Indien noodzakelijk, schakelt u de meetwaardeweergave, met behulp van ◀, van VDV op interval-effectieve-waarde. Zijn de meetcondities stabiel, dat wil zeggen: de sensor en de testpersoon bevinden zich op de te onderzoeken locatie, onder de te onderzoeken omstandigheden, dan kan de meting beginnen. Druk hiervoor op de ▶ (Reset) toets. Hierdoor gebeurt het volgende:

- De interval-effectief-waarden voor x/y/z en de vectorsom aW worden op nul gezet.
- De meetduur-timer wordt opnieuw gestart.

Een reset is uitermate noodzakelijk voor iedere meting, om gedefinieerde startcondities vast te stellen. De interval-effectief-waarden voor x/y/z en de vectorsom aW worden over de duur van de meting gemiddeld. Dit heeft als gevolg dat hoe langer de meting duurt, hoe minder de weergavewaarden schommelen. Bij een meting met een toenemende meetduur, hebben afzonderlijke stoten minder invloed. Relevant voor de gezondheidsbeoordeling zijn alleen de laatst getoonde meetwaarden. Een minimale meetduur van 2 min. wordt voor de lichaam rilling-meting aanbevolen. Ter waarschuwing blijft de weergave van de meetduur-timer rood, tot dit tijdstip is verstreken.



Lichaamstrilling weegfilter Wj aan het hoofd (liggend)

Na verloop van de aanbevolen meetduur drukt u op de ▼ toets, om het meetresultaat op te slaan. Op het moment van opslaan dienen de werkzaamheden voortgezet te worden, omdat anders de weergavewaarden langzaam dalen. Nu kunt u de tekst invoeren waarmee u op een later tijdstip de meetwaarden eenvoudig kunt opzoeken (2 regels met ieder max. 10 tekens). Met de toetsen ◀▲▼▶ scrolt u door de hoofdletters en cijfers en wijzigt u de invoerpositie. Met F1 schakelt u naar de andere regel. Voor de invoer van de tekst kan de meting al beëindigd zijn, omdat de meetwaarden reeds opgeslagen worden bij het indrukken van de opslagtoets. Indien meerdere blootstellingsperioden gemeten dienen te worden, moeten meerdere metingen uitgevoerd worden (zie hoofdstuk 5.2). Treed er tijdens de meting een overschrijding op, dan verschijnt de melding „OVERLOAD“ in plaats van de meetwaarde voor het desbetreffende kanaal. Ook wanneer de melding slechts kort verschenen is, is de meting ongeldig. Bij een overschrijding tijdens de middelingsduur wordt de melding „OVL!“ achter de datum genoteerd. Door op de ▶ (Reset) toets te drukken verdwijnt de melding. Voor de berekening van de dag-blootstellingswaarde A(8) en voor de documentatie van de meetresultaten kunt u gebruik maken de Excel-tool vm31.xlsm.

### Lichaamstrilling-meting met vibratie-dosiswaarden (VDV)

Met de VM31 kunnen lichaamstrillingen tevens als vibratie-dosiswaarden (VDV) gemeten worden. Hierbij gaat het om een effectieve waarde van de vierde macht van de frequentie-gewogen versnellingen.

$$VDV = \sqrt[4]{\int_0^T a_w^4(t) dt}$$

Vergelijking 11

De VDV geageerd gevoeliger op enkele schokken dan de kwadratische gemiddelde waarde. De maateenheid is m/s<sup>1,75</sup>. Door te drukken op ◀ schakelt de trillingsmeter om van interval-effectiefwaarde naar VDV-meting (zie afb.). Dezelfde weegfilters en -factoren worden gebruikt, als bij meting van de kwadratische gemiddelde effectieve waarde. Met de F1 toets kunt u de instellingen controleren. Het apparaat toont de VDV-waarden van X/Y/Z. Tevens wordt de grootste van de drie waarden (Max. VDV) en de grootste waarde sinds het begin van de meting (Max. abs.) weergegeven. De getoonde vibratie-dosiswaarden bevatten reeds de weegfactoren (k). VDV-metingen worden gestart met behulp van de ▶ (Reset) toets. De opslag van meetwaarden na verloop van de minimale meetduur geschiedt door het drukken op de ▼ toets. De Excel-tool vm31.xlsm maakt het mogelijk de dag-blootstellingswaarde te berekenen op basis van VDV-metingen.



VDV-Meting

### Seat transmissie factor SEAT

Door de gelijktijdige meting van de trilling-versnelling op zowel de zitting van machines of voertuigen, als op het bevestigingspunt van de zitting, kan de dempverhouding beoordeeld worden. De karakteristieke waarde SEAT (Seat Effective Amplitude Transmissibility) is de quotiënt van de versnelling op het zitvlak en de versnelling aan het bevestigingspunt van de zitting. Hiervoor worden de waarden in Z-richting en kaarsrecht tot het zitvlak beschouwd. Het vierde meetkanaal van de Trillingsmeter VM31 kan in verbinding met een één-as versnellingsopnemer gebruikt worden voor SEAT-metingen. Zeer geschikt hiervoor is de TEDS- versnellingsopnemer KS78.100. Deze wordt aangesloten op de linker aansluiting van het apparaat (zie afb. 1), met kabel VM31-A. Het vierde meetkanaal wordt gemarkeerd met "A". De gevoeligheid wordt, indien het om een TEDS-sensor gaat, automatisch overgenomen. Anders is deze handmatig in te voeren (Zie hoofdstuk 6.2). Kanaal A heeft geen frequentiebeoordeling. Het lineaire (-3 dB) frequentiebereik is 0,8 tot 250 Hz. De effectieve- of VDV-waarde van kanaal A wordt weergegeven onder de waarden van kanaal X/Y/Z (zie onderstaande afb.). Voor de vergelijking van de meetwaarden dienen ook bij kanaal X/Y/Z de onbeoordeelde versnelling (Unrated) gemeten te worden. Open daartoe met behulp van F3 het hoofdmenu en kies „Meetmodus“/„Menselijke trillingen“/„Lichaamstrillingen ISO 2631“ / „Unrated“.



SEAT-Meting met kanaal A

## 7 Algemene trillingsmetingen

Naast de meting van menselijke trillingen meet de VM31 ook de volgende trilling-grootheden:

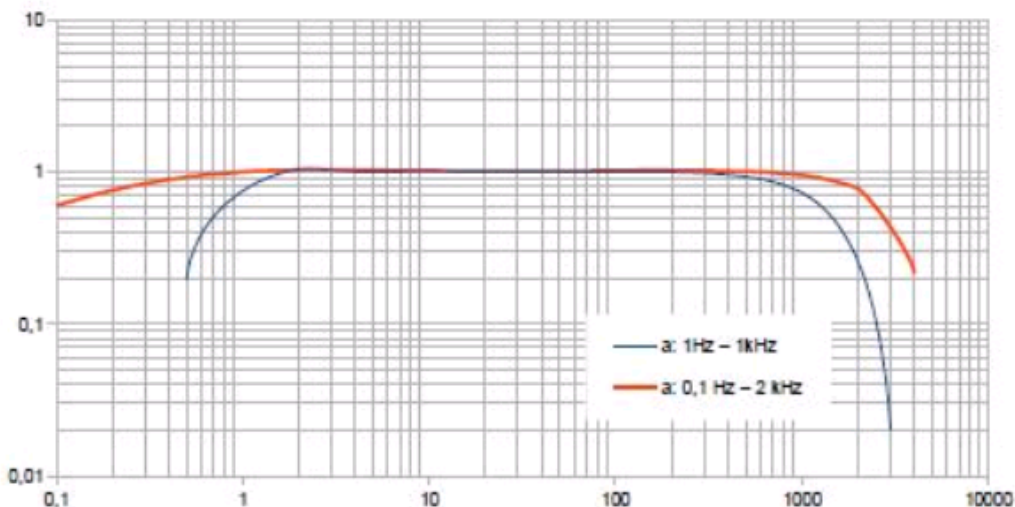
- Trilling-versnelling van 0,1 tot 2000 Hz en 1 tot 1000 Hz
- Trilling-snelheid van 1 tot 100 Hz, 2 tot 1000 Hz en 10 tot 1000 Hz
- Trilling-verplaatsing van 5 tot 200 Hz

Om te selecteren drukt u op F3, opent u het menu “Meetmodus” en selecteert u de gewenste modus, met behulp van de ▲ ▼ toetsen. Bevestig met OK. In de weergave van de meetwaarden kunt u schakelen tussen de effectieve waarde en de peak-waarde, met behulp van ◀. In tegenstelling tot de menselijke trillingsmetingen gaat het hier om de actuele effectieve waarde, die alleen gedurende een bepaalde meetperiode gemiddeld wordt. Ook de peak-waarde wordt voor iedere meetperiode opnieuw bepaald. Een meetperiode is de tijd tussen twee weergavewaarden. Deze periode ligt, afhankelijk van de onderste grensfrequentie, tussen 1 en 4 seconden. Er worden drie effectieve- of peak-waarden getoond (X/Y/Z). Indien er een sensor is aangesloten is op kanaal A, geeft het apparaat ook deze meetwaarde weer. Kanaal A meet altijd de versnelling. Het frequentiebereik is afhankelijk van de bij kanaal X/Y/Z weergegeven meetgrootheden.

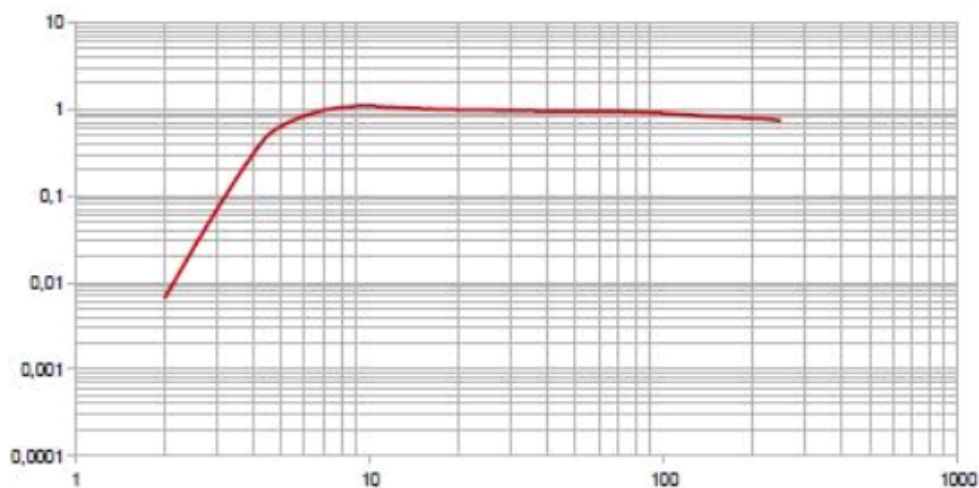
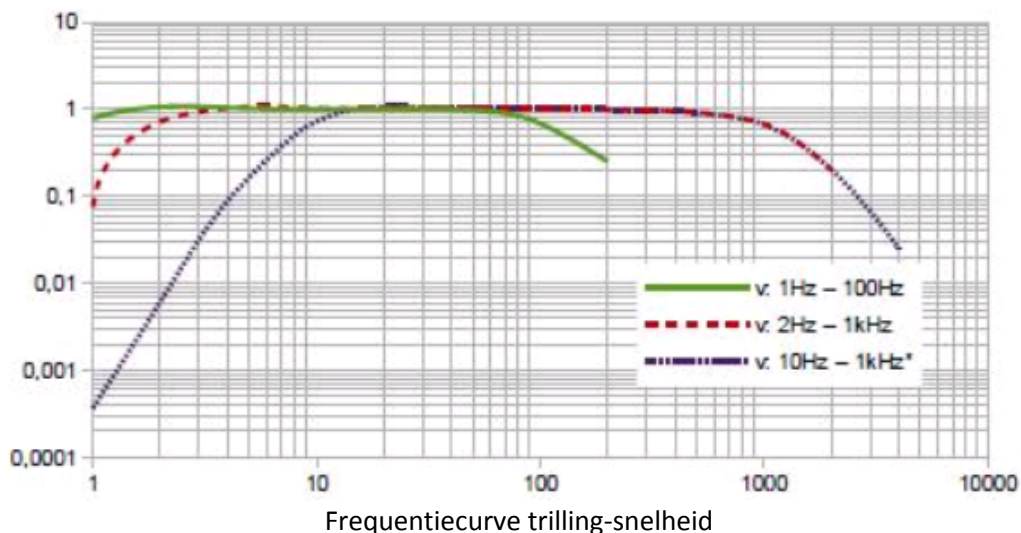
Tabel 3 : Frequentie bereiken van Kanaal A

Trilling-grootheden X/Y/Z	Frequentiebereik X/Y/Z	Frequentiebereik A
Trilling-versnelling	0,1 tot 2000 Hz	0,1 tot 2000 Hz
Trilling-versnelling	1 tot 1000 Hz	3 tot 1000 Hz
Trilling-snelheid	1 tot 100 Hz	1 tot 250 Hz
Trilling-snelheid	2 tot 1000 Hz	2,5 tot 750 Hz
Trilling-snelheid	10 tot 1000 Hz	2,5 tot 750 Hz
Trilling-verplaatsing	5 tot 200 Hz	1 tot 250 Hz

De trilling-snelheid wordt gevormd uit de door de sensor gemeten trilling-versnelling door eenvoudige integratie en de trilling-verplaatsing door dubbele integratie. De integratie heeft een sterke demping van het sensorsignaal in het hogere frequentiebereik als gevolg. Daardoor is de bovenste frequentiegrens van de trilling-snelheid en in het bijzonder de trilling-verplaatsing beperkt. Verder worden bij de integratie laagfrequente signalen, inclusief laagfrequent geluid, sterk verhoogd, waardoor ook de onderste frequentiegrens beperkt moet worden. In onderstaande afbeeldingen ziet u de frequentiediagram van de drie trilling-grootheden:



Frequentiecurve trilling-versnelling



Door op F1 te drukken in de meetwaardeweergave wordt het gekozen frequentiebereik weergegeven. Onder de 3 of 4 enkele meetwaarden worden ook nog twee gecombineerde meetwaarden weergegeven, die uit de kanalen X/Y/Z bepaald worden.

Dit zijn:

- Bij de weergave van de effectieve waarde: de vectorsom van de kanalen X/Y/Z ( $aw(\text{Vec})$ ) en de grootste opgetreden effectieve waarde (Max. abs.) sinds de laatste druk op de Reset-toets ►.
- Bij de weergave van de peak-waarde: de grootste van de drie weergegeven peak-waarden van X/Y/Z (Max. XYZ) en de hoogste peak-waarde sinds de laatste druk op de Reset-toets ►.

Maximale waarden worden meestal weergegeven in de kleur van het kanaal, waarin ze optreden. Ontstaat er een overschrijding tijdens de meting, dan verschijnt de melding „OVERLOAD“, in plaats van de meetwaarde voor het desbetreffende kanaal. Een overschrijding tijdens de meetduur wordt weergegeven achter de datum van de meting, met de melding „OVL!“.

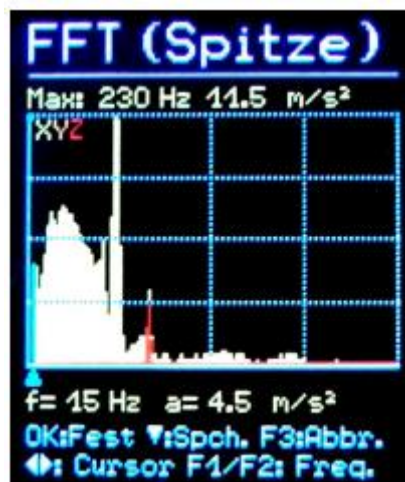
Met het drukken op de Reset-toets ► gebeurt het volgende:

- Alle maximale waarden worden gewist.
- De kanaal- overkoepelende overschrijdingsmelding „OVL!“ wordt gewist.
- De meettimer wordt opnieuw opgestart.

Opslaan van meetwaarden kan met behulp van de ▼toets. De Excel-tool vm31.xlsm maakt de overdracht van de meetwaarden van X/Y/Z en A, alsmede van de gecombineerde meetwaarden, naar de pc mogelijk.

## 8 Frequentie-analyse

Voor het lokaliseren van de belangrijkste frequenties kan de VM31 het FFT-spectrum van de peakwaarden van de trilling-versnelling weergegeven. Hiertoe drukt u op F3 en selecteert u het menupunt “Frequentie-analyse”. U ziet een spectrum met 126 lijnen. De drie richtingen X/Y/Z worden in de kanaalkleuren weergegeven. In de diagram worden, tevens in de betreffende kanaalkleuren, de amplitude en de frequentie van de grootste spectraallijn weergegeven. Met de ◀▶ toetsen beweegt u de cursor. De amplitude en de frequentie van de cursorpositie worden onder de diagram weergegeven. Door te drukken op F1 of F2 kan het frequentiebereik verkleind of vergroot worden.



Frequentie-analyse

De volgende frequentie bereiken zijn te selecteren:

- 3 tot 244 Hz
- 7 tot 488 Hz
- 15 tot 977 Hz
- 30 tot 1954 Hz

Het opslaan van spectra doet u door te drukken op de ▼ toets. De Trillingsmeter VM31 kan 1000 spectra opslaan. Om de FFT-data te bekijken opent u het hoofdmenu met F3. Onder het punt “Meetwaardegeheugen” selecteert u “FFT bekijken/wissen” Met de toetsen ▲▼ zoekt u het gewenste spectrum op. De cursor is te verplaatsen met behulp van de ◀▶ toetsen. De inhoud van het FFT geheugen kan met de Excel-tool vm31.xlsm, middels de meegeleverde usb-kabel, overgedragen worden naar de pc, om daar grafisch weergegeven te worden.

## 9 Meetwaardegeheugen

De Trillingsmeter VM31 beschikt over een geheugen voor 10 000 meetwaarde-databestanden. Een databestand bevat:

- Datum en tijd
- Commentaartekst (max. 20 tekens)
- Info over het meetfilter en de meetgrootte
- Meetwaarden X/Y/Z of A en 2 gecombineerde meetwaarden (bijv. vectorsom en max. waarde)

De opgeslagen databestanden kunnen weergegeven worden in het apparaat. Druk hiertoe op F3 om het menu te openen en selecteer "Meetwaardegeheugen"/ "Meetwaarden bekijken/wissen". Met de ▲ ▼ toetsen selecteert u het gewenste bestand. Door op ◀ te drukken, kunt u afzonderlijke bestanden wissen. Het bestand wordt hierna niet meer weergegeven. Pas bij het wissen van het gehele geheugen wordt het geheugennummer van een gewist bestand vrijgegeven (Menu: "Meetwaardegeheugen"/ "Geheugen wissen"). Denk er aan dat hierbij ook de FFT-bestanden gewist worden. De inhoud van het meetwaardegeheugen kan met de Excel-tool vm31.xlsm, middels de meegeleverde usb-kabel, overgedragen worden naar de pc.



## 10 Toetsvergrendeling

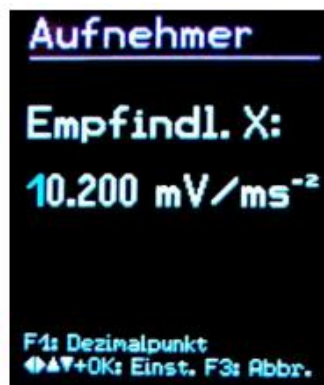
Deze functie kan handig zijn als u er zeker van wilt zijn dat de meting niet per ongeluk onderbroken wordt. Dit zou bijv. kunnen gebeuren wanneer de meter in een zak zit. Om de vergrendelingfunctie te activeren opent u met F3 het hoofdmenu en selecteert u "Toetsvergrendeling". Bevestigt u met OK. Daarna wordt bij het indrukken van een toets de melding "Toetsvergrendeling" weergegeven, en wordt geen functie uitgevoerd. Om de toetsvergrendeling te deactiveren houdt u de toetsen ◀▲▼▶ gelijktijdig ingedrukt, tot het apparaat "Toetsen ontgrendeld" weergeeft.



## 11 Apparaat instellingen

### 1.1 Opnemer-kalibratie

Indien geen TEDS-opnemers zijn aangesloten, dan wordt de sensorgevoeligheid handmatig ingevoerd, via het menupunt "Opnemer-kalibratie". Het menu opent zich automatisch bij de aansluiting van een sensor (hoofdstuk 6.2). Op een later tijdstip kan dit menu geopend worden via "Apparaat instellingen", om de ingevoerde gevoeligheid te controleren of te wijzigen. De volgorde van de invoer van de gevoeligheid is: kanaal X, kanaal Y, kanaal Z en, indien er een sensor op aangesloten is, kanaal A. De sensorgevoeligheid wordt 5-cijferig in mV/ms<sup>-2</sup> ingevoerd. De numerieke waarden zijn te vinden in het kalibratiecertificaat. Het decimaalpunt kan door op F1 te drukken naar de tweede of de derde positie verplaatst worden. Het toegestane waarde-bereik is 0,800 tot 12,000 mV/ms<sup>-2</sup> of 8,00 tot 120,00 mV/ms<sup>-2</sup>.



Sensorgevoeligheid

### 11.2 Tijd en datum

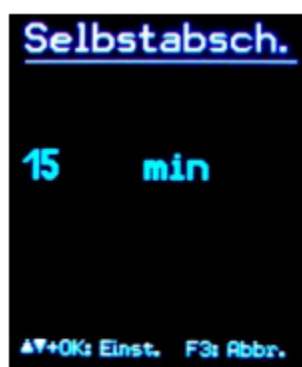
Voor de opslag van meetwaarden is tijd-informatie belangrijk. Voor de instelling van tijd en datum opent u het hoofdmenu, door op F3 te drukken. Daar gaat u naar "Apparaat instellingen" en vervolgens naar "Tijd en datum". Met behulp van ▲▼ kunt u de gekozen waarde instellen. Na het einde van de telling, bijv. 23 uur, begint de telling van voor af aan. Met behulp van ◀▶ kiest u tussen uren, minuten, maand, dag en jaar. Verder bestaat de mogelijkheid een fout in de snelheid van de klok te corrigeren. Dit doet u met de instelwaarde, bij „Cal.“ in ppm (parts per million). De klok laat zich met een positieve waarde verhogen en met een negatieve waarde verlagen. De omslag van het voorteken (+-) geschiedt bij +254 ppm.



Tijd en datum

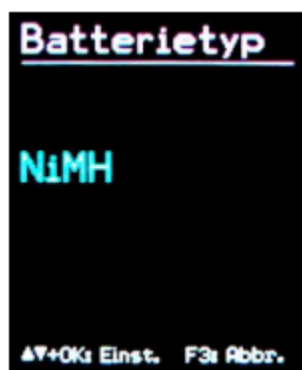
### 11.3 Automatische uitschakeling

Voor het verlengen van de levensduur van de batterijen beschikt de Trillingsmeter PCE-VM 31 over een automatische uitschakelfunctie. Voor de instelling van de uitschakeltijd opent u het hoofdmenu met F3. Ga naar het menupunt “Apparaat instellingen” en vervolgens naar “Automatische uitschakeling”. Met behulp van ▼▲ kunt u schakelen tussen de uitschakeltijden 1, 5, 15 en 60 minuten, of de automatische uitschakeling deactiveren (“geen”). De uitschakeltijd wordt berekend vanaf de laatste toetsdruk.



### 11.4 Batterijtype

Terwijl niet-oplaadbare batterijen een batterijspanning hebben van 1,5 V, hebben NiMH-oplaadbatterijen een batterijspanning van slechts 1,2 V. De weergave van de batterijspanning is op beide spanningen in te stellen. Open hiertoe het hoofdmenu, met behulp van F3. Ga naar het menupunt “Apparaat instellingen” en vervolgens naar “batterijtype”. met de toets ▼ schakelt u tussen “Alkaline” (niet-oplaadbaar, 1,5 V) en „NiMH Accu“ (oplaadbaar, 1,2 V). Bevestig u keuze met OK. Komt de batterijspanning onder de 3,3 V bij alkaline batterijen of onder de 3 V bij oplaadbare batterijen, dan wordt het batterijsymbool op het display rood. Tot een spanning van 2,8 V kan onder behoud van de apparaat-specificaties gemeten worden. Na dit punt kleurt het batterijsymbool geheel rood en schakelt het apparaat zich automatisch uit.



## 11.5 Displayhelderheid

In het submenu “Displayhelderheid” kunt u met behulp van de ◀▶ toetsen de displayhelderheid aanpassen. De verlaging van de helderheid verlaagt het stroomverbruik van het apparaat, en verlengt daarmee dus de levensduur van de batterijen. Het verschil tussen de minimale en de maximale displayhelderheid is ca. 20 meer stroomverbruik. Bij meer displayinhoud kan het verschil zelfs nog groter zijn.



## 11.6 Menutaal

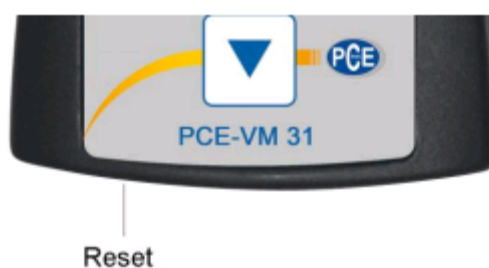
In het submenu “Menutaal” kunt u de taal voor de bediening van de Trillingsmeter PCE-VM31 instellen. Welke talen beschikbaar zijn, is afhankelijk van de geïnstalleerde firmware.

## 11.7 Basisinstellingen

Indien u in het menu “Basisinstellingen” de vraag bevestigt met OK, worden alle variabelen terug gezet naar de fabrieksinstellingen en wordt het meetwaarden- en FFT-geheugen gewist. De sensorgevoeligheden blijven ongewijzigd.

## 12 Reset

Indien de trillingsmeter niet meer reageert op een toetsdruk kunt u het apparaat opnieuw opstarten met de Reset-toets. Druk om dit te doen de Reset-toets in met een dun gereedschap. Opgeslagen data en instellingen gaan hierbij niet verloren.



## 13 Verbinding met de pc

De trillingsmeter beschikt over een usb-interface voor de aansluiting met een pc. Hiervoor kunt u gebruik maken van de VM2x-USB kabel in de leveromvang.

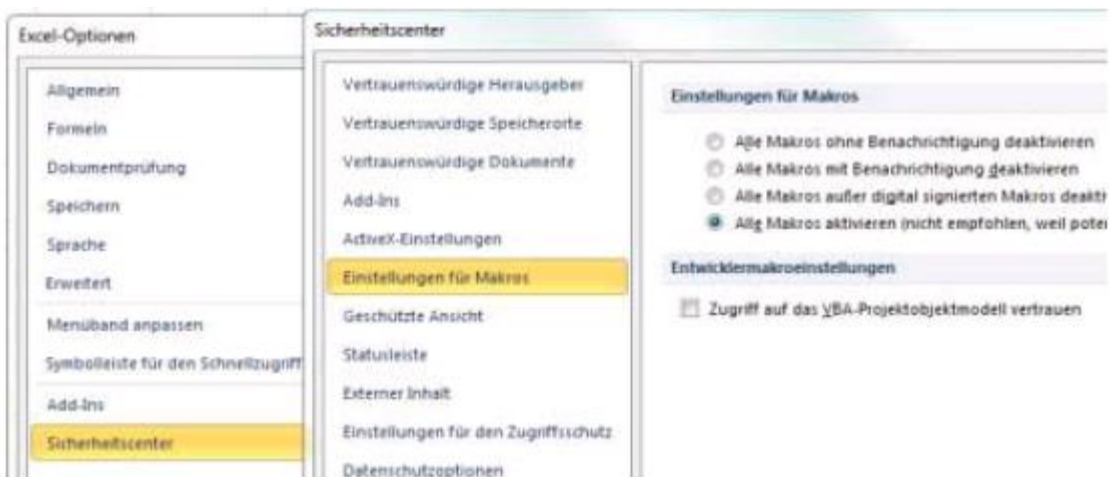


Steek de kabel in de 8-polige aansluiting van de VM31. Schakel het apparaat voor de aansluiting uit. Steek het andere uiteinde van de kabel in de usb-poort van de pc. Wanneer het apparaat voor het eerst wordt aangesloten op de pc, wordt u naar de installatie van het besturingsprogramma geleid. De softwaredata is te vinden op onze website. Het besturingsprogramma is geschikt voor Windows XP, Vista, 7 en 8.

## 14 Data-overdracht naar de pc

### 14.1 Openen van de Excel-tool vm31.xlsm

Voor de overdracht en verwerking van data op een pc kunt u gebruik maken van de Excel-tool vm31.xlsm. U kunt deze vinden op de website van PCE Instruments. De tool loopt op Excel-versies vanaf Excel 2007. Via deze tool kunt u met de pc de inhoud van het meetwaardegeheugen van de trillingsmeter die is aangesloten op de pc bekijken in tabelvorm. Voor de menselijke trilling-metingen maakt de tool de berekening van de dag-blootstellingswaarde en het opstellen van meetprotocollen mogelijk. Tevens geeft de Excel-tool de opgeslagen frequentiespectra weer als grafiek. Om de tool te kunnen gebruiken, dient u allereerst de uitvoering van macro's toe te staan. Om dit te doen klikt u op de office-balk, vervolgens op Excel-opties en daarna op instellingen voor macro's. Hierna selecteert u "Alle macro's met melding deactiveren" of "Alle macro's activeren" (zie afb.). In het eerste geval dient u bij iedere lading van het bestand toe te stemmen met de macro-uitvoering. In het tweede geval wordt niet meer om toestemming gevraagd. Hierbij bestaat echter wel het risico op ongemerkte uitvoering van schadelijke macrocodes.



## 14.2 Data-import

Om data te importeren opent u het werkblad "Import". Indien hier nog oude VM31-data in staat dient u deze eerst op te slaan onder een andere bestandsnaam en vervolgens op "Clear tables" te klikken. Hiermee wordt de data in alle meetwaardetabellen en protocollen gewist. Sluit de trillingsmeter aan op een usb-interface, schakel het apparaat in en druk op "Import measurements from VM31". De VM31 wordt automatisch herkend. In een enkel geval kunnen andere apparaten die aangesloten zijn op de pc de herkenning blokkeren. Het kan daarom nuttig zijn die apparaten los te koppelen van de pc. Onder "Status" ziet u de overdracht status. Afhankelijk van het aantal te importeren bestanden, kan het importeren enige seconden tot minuten in beslag nemen. Na de import worden de gegevens in de bijbehorende tabelkolommen weergegeven. De verschillende kolommen zijn: databestandsnummer, tijd, datum, commentaartekst, meetmodus, filter, meetwaarden X/Y/Z/A en onder B en C de gecombineerde meetwaarden.

Sel. No.	Date	Time	Comment	Mode	Detection	Filter (weighting factors)	Weighting	X	Y	Z	A	B	C	Unit
00001	07.09.14	10.09.36	STAPLER HALLE SCHMIDT	W/B	IRMS	Wd (1.40) Wd (1.40) Wk (1.00)	health	0.01	0.29	1.25	1.29	1.32	m/s <sup>2</sup>	
00002	07.09.14	12.19.51	STAPLER HOF SCHMIDT	W/B	IRMS	Wd (1.40) Wd (1.40) Wk (1.00)	health	0.24	0.39	3.18	3.16	4.78	m/s <sup>2</sup>	
00003	07.09.14	12.30.01	STAPLER HALLE MEIER	W/B	IRMS	Wd (1.00) Wd (1.00) Wk (1.00)	health	0.50	0.93	1.70	1.71	2.01	m/s <sup>2</sup>	
00004	07.09.14	13.10.11	STAPLER HOF MEIER	W/B	IRMS	Wd (1.00) Wd (1.00) Wk (1.00)	health	0.54	1.06	2.83	2.83	3.95	m/s <sup>2</sup>	

## 14.3 Berekening van de dag-blootstellingswaarde

Voor de berekening van de dag-blootstellingswaarde worden de hand-arm-metwaarden (H/A) en de lichaamstrillingen-metwaarden (W/B) gebruikt. De linker kolom voor ieder bestand bevat een vakje om aan te vinken of het bestand beschouwd moet worden in de berekening van de dag-blootstellingswaarde. U kunt er ook voor kiezen alle bestanden te selecteren met „Select all“. Na het selecteren van de bestanden klikt u op "Transfer selected data to daily exposure worksheets". Hiermee worden de gegevens in de desbetreffende tabellen overgedragen voor de berekening van de dag-blootstellingswaarde. Er vormen zich nu tabbladen voor de dag-blootstellingswaarden op basis van effectieve waarden (RMS) en voor dag-blootstellingswaarden op basis van VDV-metwaarden. Afhankelijk van welke berekening uitgevoerd moet worden, schakelt u tussen de tabbladen „A(8) RMS H-A“, „A(8) RMS W-B“ en „Daily VDV W-B“.

1. Whole-Body vibration values imported from VM31 in m/s <sup>2</sup> (only interval RMS - no VDV):															
No.	IRMS values X/Y/Z	Vector sum	Max. RMS	Comment	Date	Time									
	a <sub>wx</sub>	a <sub>wy</sub>	a <sub>wz</sub>	a <sub>w(Vec)</sub>	MTVV	(as entered in VM31)	dd.mm.yy	hh:mm:ss							
16	00001	0.01	0.29	1.25	1.29	1.32	STAPLER HALLE SCHMIDT	07.09.14	10:09:36	Person 1	Activity 1	02:00	Person 1	1.01 m/s <sup>2</sup>	Near exposure limit!!
17	00002	0.24	0.39	3.18	3.16	4.78	STAPLER HOF SCHMIDT	07.09.14	12:19:51	Person 1	Activity 2	00:30	Person 2	1.62 m/s <sup>2</sup>	Above exposure limit!!
18	00003	0.50	0.93	1.70	1.71	2.01	STAPLER HALLE MEIER	07.09.14	12:30:01	Person 2	Activity 1	02:30			
19	00004	0.54	1.06	2.81	2.83	3.95	STAPLER HOF MEIER	07.09.14	13:10:11	Person 2	Activity 2	01:45			

De berekening van de dag-blootstellingswaarde kan voor meerdere personen en werkzaamheden gelijktijdig geschieden. Achter iedere meetwaarde vindt u twee drop-down menu's voor de selectie van persoon en werkzaamheid. De tekstcellen voor „Person“ en „Activity“ kunt u overschrijven met eigen tekst. Door op „A(8) calculation“ of „Daily exposure calculation“ te klikken worden de dag-blootstellingswaarden berekend. De waarden worden met de grenswaarden uit de EU-richtlijn 2002/44/EG vergeleken en overeenkomstig gekleurd: zwart - onder de trigger-waarde, violet - tussen trigger-waarde en de grenswaarde, rood - boven de grenswaarde. Bij de berekening van de dag-blootstellingswaarde wordt een bericht gegenereerd. Dit bericht vindt u in het tabblad „... Report“. IN dit bericht staan de afzonderlijke meetwaarden in tabelvorm en de berekende deel-blootstellingswaarden toebedeeld aan de verschillende personen en werkzaamheden. Daaronder vindt u de resulterende dag-blootstellingswaarden met inbegrip van bijbehorende classificatie (zie onderstaande afb.).

Limit values to EU Directive 2002/44EC:

Exposure action value: 0,5 m/s<sup>2</sup> Exposure limit value: 1,15 m/s<sup>2</sup>

Measuring results

Person	Activity	Comment (from VM31)	Date	Time	Duration		Accelerations · Vect. sum				Max. RMS Partial exposures			
					T <sub>i</sub>	a <sub>wx</sub>	a <sub>wy</sub>	a <sub>wz</sub>	A <sub>w(ve)</sub>	MTVV	A(8) <sub>x</sub>	A(8) <sub>y</sub>	A(8) <sub>z</sub>	
			dd.mm.yy	hh:mm:ss	hrs	min	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	0,0	0,00	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>
Person 1	Activity 1	STAPLER HALLE SC	07.09.14	09:09:36	2	0	0,01	0,28	1,25	1,32	1,26	0,01	0,14	0,63
Person 1	Activity 2	STAPLER HOF SCH	07.09.14	10:09:51	0	30	0,24	0,39	3,16	3,21	3,18	0,06	0,10	0,79
Person 2	Activity 1	STAPLER HALLE ME	07.09.14	10:15:01	2	30	0,50	0,93	1,70	2,11	1,92	0,28	0,52	0,95
Person 2	Activity 2	STAPLER HOF MEIE	07.09.14	10:30:11	1	45	0,54	1,06	2,81	3,54	2,86	0,25	0,50	1,31

Daily Vibration Exposure A(8)

Person 1	1,01	m/s <sup>2</sup>	Near exposure limit!
Person 2	1,62	m/s <sup>2</sup>	Above exposure limit!!

## 14.4 FFT-Data-import

De in de trillingsmeter opgeslagen FFT-spectra kunnen tevens worden overgedragen naar het Excel-bestand. U gaat hiervoor naar het tabblad "FFT Import". Indien hier nog oude VM31-data in staat dient u deze eerst op te slaan onder een andere bestandsnaam en vervolgens op "Clear FFTs" te klikken. Vervolgens klikt u op „Import FFTs from VM31“. Daarna klikt u op de frequentieregel en de bijbehorende amplitude waarden van X/Y/Z worden naar de cellen geladen. Links ziet u datum, tijd en commentaartekst. Met de aanvink-vakjes kunt u selecteren welke gegevens in de drie diagrammen onder de tabel weergegeven dienen te worden.

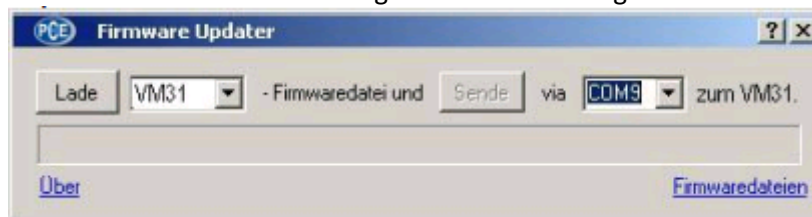
Select FFTs	No.	Date	Time	Comment	Accelerations XYZ in ms <sup>2</sup>																					
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	07.09.14	10:31:27	FFT RECORD NO 0010	Hz:	2	4	6	8	10	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	30	32	34	36	38
						X:	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
						Y:	55,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
						Z:	35,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	07.09.14	10:32:29	FFT RECORD NO 0011	Hz:	2	4	6	8	10	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	30	32	34	36	38
						X:	12,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
						Y:	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
						Z:	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	07.09.14	10:32:47	FFT RECORD NO 0012	Hz:	2	4	6	8	10	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	30	32	34	36	38
						X:	29,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
						Y:	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
						Z:	24,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	



## 15 Firmware update

De software van het apparaat (Firmware) kan via de usb-interface geactualiseerd worden. Controleer allereerst of er een meer actuele firmware dan de reeds geïnstalleerde firmware verkrijgbaar is. Dit kunt u doen via onze software-download-site. Hier worden alle laatst verkrijgbare firmwareversies weergegeven. Het versienummer bestaat uit drie tekens voor de hardware en drie voor de software (hhh.sss). Voor de firmware zijn alleen de laatste drie cijfers relevant. De in het apparaat geïnstalleerde versie wordt weergegeven op het startscherm. Is er firmware beschikbaar met een hoger versienummer, gaat u als volgt te werk:

1. Upload het bestand vm31.hex van de site.
2. Upload ook het programma „Firmware Updater“ en installeer deze op uw pc.
3. Verbind de VM31 met de pc, middels de usb-kabel en schakel het apparaat in, zodat de pc het apparaat herkent en een COM-poort toewijst.
4. Start het programma „Firmware Updater“, selecteer het apparaat type „VM31“ en stel de virtuele COM-poort in. Indien u er niet zeker van bent welke COM-poort de juiste is, kunt u dit controleren in de Windows besturing in de device-manager.



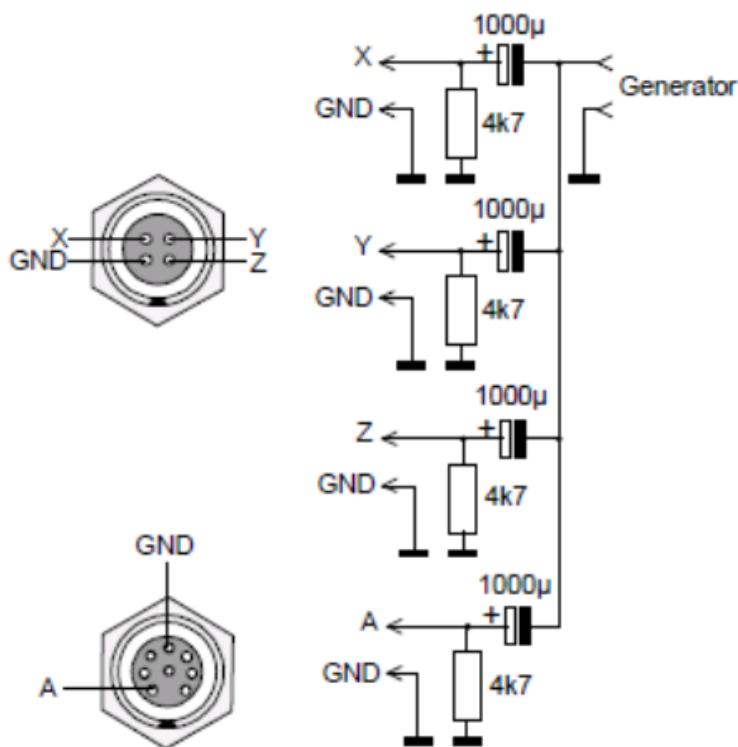
5. Klik op „Laden“ in de „Firmware Updater“ en vervolgens op de map waarin het vm31.hex bestand zich bevindt.
6. Ga in het menu van de trillingsmeter naar „Apparaat instellingen“ en klik op „Firmware-Update“. Bevestig de vraag met OK. Hiermee wordt de oude firmware gewist. De trillingsmeter geeft nu aan dat het apparaat wacht op de nieuwe firmware via de usb-interface (zie afb.).



Klik op „Verzenden“ in de „Firmware Updater“. De overdracht van de firmware wordt nu gestart. De voortgang wordt zowel op de pc als op het apparaat weergegeven in een tijdbalk. Na afloop van de update start de trillingsmeter op en de „Firmware Updater“ wordt afgesloten. Gelieve de voortgang niet te onderbreken. In het geval van een foutieve overdracht kunt u de update opnieuw uitvoeren vanaf punt 3.

## 16 Kalibratie

De trillingsmeter wordt geleverd met een elektrische fabriekskalibratie. Hiermee wordt gewaarborgd dat het apparaat in combinatie met een gekalibreerde trilling-opnemer exact meet, mits de gevoeligheid via de TEDS-functie ingevoerd is (zie hoofdstuk 11.1) Maand en jaar van de fabriekskalibratie worden na inschakeling getoond. Informatie over de kalibratie met elektrische en mechanisch signalen vindt u in de Norm ISO 8041. De volgende afbeelding toont hoe de VM31 met behulp van elektrische signalen gekalibreerd kan worden. De generator wordt met de getoonde RC-combinatie aangesloten op de vier ingangen: X/Y/Z en A. De 4,7 k $\Omega$ -weerstand wordt gebruikt voor het ontladen van de IEPE-constant stroom. Hierdoor ontstaat een gelijkspanning, die door de generator door een 1000 $\mu$ F Elektrolyt condensator weggehouden wordt. De Elektrolyt condensator dient een doorslagspanning van minimaal 25 V te laten zien. Zorg ervoor dat het generatorsignaal niet beïnvloed wordt door de resulterende belasting weerstand van ca. 1 k $\Omega$ .



Plug X/Y/Z: Serie Binder 711, 4-polig, Bestel-Nr. 99-0079-100-04

Plug A: Serie Binder 711, 8-polig, Bestel-Nr. 99-0479-100-08

De maximaleingangsspanning zonder activering van de overbelasting-indicator is  $\pm 1150$  mV.

## 17 Verwijdering en contact

Batterijen mogen niet worden weggegooid bij het huishoudelijk afval; de eindgebruiker is wettelijk verplicht deze in te leveren. Gebruikte batterijen kunnen bij de daarvoor bestemde inzamelpunten worden ingeleverd.

Bij vragen over ons assortiment of het meetinstrument kunt u contact opnemen met:

PCE Brookhuis B.V.

Institutenweg 15  
7521 PH Enschede  
The Netherlands

Telefoon: +31 53 737 01 92

Fax: +31 53 430 36 46

[info@pcebenelux.nl](mailto:info@pcebenelux.nl)

Een compleet overzicht van onze apparatuur vindt u hier:

<http://www.pcebrookhuis.nl/>

<https://www.pce-instruments.com/dutch/>

WEEE-Reg.-Nr.DE69278128



Alle PCE-Produkte sind CE  
und RoHs zugelassen.