

## **Een nieuwe Europese richtlijn voor trillingen op het werk**

**Paul Schuurmann**

Ing. P.L.H. Schuurmann, beleidsmedewerker arbeidsomstandigheden bij het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

---

*In juni 2002 is een Europese bijzondere richtlijn vastgesteld met minimum voorschriften voor gezondheid en veiligheid bij blootstelling aan trillingen op het werk. De richtlijn definieert onder meer actiewaarden en grenswaarden voor lichaamstrillingen en hand-armtrillingen. Een Europese richtlijn – een soort wetgeving op Europees niveau – moet binnen een vastgestelde termijn zijn overgenomen in de nationale wetgeving van de lidstaten van de Europese Unie. Voor deze richtlijn is de uiterlijke datum van inwerkingtreding in de lidstaten 6 juli 2005. Het onderwerp trillingen is nieuw in de arbeidsomstandighedenwetgeving van de meeste lidstaten, waaronder Nederland.*

### **Inleiding**

Sinds 1989 is de Europese Kaderrichtlijn “Veiligheid en Gezondheid op het werk” van kracht. Doel van die kaderrichtlijn is om werknemers op het werk in het algemeen een betere bescherming te bieden. Met name moet dit worden bereikt door maatregelen op het gebied van preventie, om uitval door ongevallen en ziekte te voorkomen. In de kaderrichtlijn zijn algemene verplichtingen voor de werkgever en de werknemer beschreven. Daarnaast zijn er voorschriften voor gezondheidstoezicht opgenomen, en wordt extra bescherming voor bijzondere groepen geregeld.

Ook is in de kaderrichtlijn de mogelijkheid geschapen tot het vaststellen van zogenaamde “Bijzondere richtlijnen”. In een bijzondere richtlijn kunnen meer specifieke of meer stringente bepalingen worden vastgelegd voor afzonderlijke risico’s of procedures. Een bijzondere richtlijn wordt in gezamenlijkheid vastgesteld door de Raad van de Europese Unie en het Europees Parlement.

In 1990 heeft het Europees Parlement een actieprogramma vastgesteld waarin de Commissie wordt verzocht om voor risico’s op het gebied van lawaai, trillingen elektromagnetische velden en andere fysische agentia een specifieke richtlijn op te stellen. Omdat deze agentia in een verschillend stadium van ontwikkeling zaten, en ook vanwege de aard een verschillende benadering vroegen, bleek het een al te ambitieuze opgave om alle fysische agentia in een richtlijn samen te brengen. In 1998 is daarom het besluit genomen om tenminste lawaai, trillingen en elektromagnetische velden in aparte richtlijnen onder te brengen. Omdat voor lawaai al een oudere richtlijn bestond (vastgesteld in 1986, dus nog niet vallend onder de kaderrichtlijn van 1989) werd vanaf 1999 het onderwerp trillingen aangepakt. Dat heeft in juni 2002 geleid tot de vaststelling van ofwel kortweg de richtlijn Trillingen.

|   |
|---|
| <p><b>RICHTLIJN 2002/44/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD</b><br/>van 25 juni 2002</p> |
|---|

|  |
|--|
| <p>betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico’s van fysische agentia (trillingen) (zestiende bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG)</p> |
|--|

In de richtlijn is een termijn van drie jaar opgenomen voor de lidstaten om wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen op te stellen en in werking later treden om aan deze richtlijn te voldoen (“implementatie”). Dat betekent in de praktijk dat uiterlijk op 6 juli 2005 in alle lidstaten de arbeidswetgeving tenminste de bepalingen uit deze richtlijn moet bevatten.

## **Inhoud van de richtlijn**

Zoals de officiële titel van de richtlijn (in het kader hierboven) al aangeeft, bevat de richtlijn minimumvoorschriften. Dat betekent dat ten minste de voorschriften uit de richtlijn in ieder geval overgenomen moeten worden. Maar dat betekent ook dat de lidstaten de vrijheid hebben om verdergaande voorschriften en bepalingen vast te stellen (of te behouden, in geval die bepalingen al voor de komst van deze richtlijn van kracht waren).

Met deze richtlijn wordt niet alleen beoogd de gezondheid en veiligheid van elke werknemer afzonderlijk op een zeker niveau te waarborgen, maar ook om voor alle werknemers van de Europese Unie een als minimum te beschouwen basisniveau van bescherming te bieden, waarmee bijvoorbeeld eventuele concurrentievervalsing wordt vermeden.

### *Preventie primair*

De toepassing van de richtlijn moet werknemers beschermen tegen risico's en nadelige gevolgen van blootstelling aan schadelijke trillingen op het werk. Volgens de richtlijn geschiedt dat het meest doeltreffend door te werken vanuit de preventiegedachte: al bij het ontwerpen van werkplekken de arbeidsmiddelen, procédés en werkmethoden zodanig te kiezen dat risico's bij voorrang aan de bron worden bestreden.

De voorschriften in de richtlijn zijn in dat opzicht hiërarchisch opgesteld: primair worden de risico's aan de bron weggenomen of tot een minimum verkleind; pas daarna wordt aandacht besteed aan andere maatregelen om de blootstelling te beperken.

### *Lichaamstrillingen en hand-armtrillingen*

De richtlijn maakt onderscheid tussen lichaamstrillingen en hand-armtrillingen. Dat onderscheid is noodzakelijk omdat deze beide soorten trillingen een verschillend aangrijpingspunt hebben op het menselijk lichaam, en daardoor een verschillende invloed op het ontstaan van effecten in het lichaam. Voor lichaamstrillingen is het aangrijpingspunt meestal de voeten of het zitvlak; voor hand-armtrillingen de handen. De belangrijkste risico's bij blootstelling aan lichaamstrillingen zijn aandoeningen aan de lage rug en beschadiging van de wervelkolom. Bij hand-armtrillingen zijn dat vaat- en zenuwaandoeningen en bot-, gewrichts- en spieraandoeningen. Ook is de gezondheidkundige normering voor deze beide trillingen niet met elkaar te vergelijken en verschilt de meet- en beoordelingsmethode fundamenteel.

### *Grenswaarden en actiewaarden*

Kern van de richtlijn is de vastlegging van een grenswaarde en een actiewaarde voor de blootstelling aan lichaamstrillingen en hand-armtrillingen. In principe komt het erop neer dat de grenswaarde niet overschreden mag worden, en dat bij vermoedelijke blootstelling aan trillingen boven de actiewaarde van de werkgever allerlei acties verwacht worden. Daarover verderop in dit artikel meer.

Ideaal gezien zouden de grenswaarden moeten samenvallen met blootstellingswaarden die gezondheidkundig gezien geen risico meer kunnen opleveren voor een werknemer. Dat is om diverse redenen (nog) niet haalbaar. Zo is bijvoorbeeld de individuele gevoeligheid van een werknemer afhankelijk van zijn lichamelijke constitutie en gesteldheid: de ene persoon is

gevoeliger voor trillingen dan een ander. Bovendien kan er verschil in effect zijn tussen kortstondige blootstelling en langdurige, herhaalde blootstelling over meerdere jaren. Ook spelen wetenschappelijke overwegingen een rol: niet altijd is de relatie tussen de blootstelling aan een bepaalde hoeveelheid trillingen en het effect op het menselijk lichaam even eenduidig vastgelegd. Economische en politieke motieven, gekoppeld aan de verwachte haalbaarheid van maatregelen, zijn eveneens bij de overwegingen betrokken. De waarden die nu in de richtlijn zijn vastgelegd zijn het resultaat van een veelheid van dit soort afwegingen.

De grenswaarden en actiewaarden worden in de richtlijn gedefinieerd voor een dagelijkse blootstelling. Zo nodig wordt een blootstelling gedurende een deel van de werkdag herleid tot een standaardperiode van acht uur.

In een bijlage bij de richtlijn wordt aangegeven hoe deze blootstelling wordt beoordeeld of gemeten en berekend. Er is bewust voor gekozen om daarbij zoveel mogelijk te refereren aan bestaande, internationale ISO-normen: voor lichaamstrillingen is dat ISO 2631 en voor hand-armtrillingen ISO 5349. De blootstelling wordt weergegeven in versnellingswaarden, uitgedrukt in  $m/s^2$  (meters per seconde-kwadraat).

In onderstaande tabel worden de waarden weergegeven:

|                    | Actiewaarde | Grenswaarde  |
|--------------------|-------------|--------------|
| Lichaamstrillingen | 0,5 $m/s^2$ | 1,15 $m/s^2$ |
| Hand-armtrillingen | 2,5 $m/s^2$ | 5 $m/s^2$    |

#### *Verplichtingen voor de werkgever*

In de richtlijn zijn met name verplichtingen voor de werkgever vastgelegd. Kort weergegeven zijn dat de volgende:

- *Bepalen en beoordelen van de risico's*

De werkgever beoordeelt – en meet daarbij als het nodig is – de trillingen waaraan de werknemers zijn blootgesteld. In principe moet een eerste beoordeling altijd gemaakt worden, onafhankelijk van de heersende trillingniveaus. Als de trillingniveaus laag zijn, zal de werkgever snel klaar zijn. Een globale beoordeling volstaat dan. Naarmate de niveaus echter dichterbij de buurt van de actiewaarde komen, zal de beoordeling (en meestal ook de meting) meer inspanning kosten.

Die beoordeling hoeft de werkgever niet zelf te doen: als hij het niet kan of anderszins niet in de gelegenheid is om dat te doen, kan hij een (externe) deskundige daarbij inschakelen. De werkgever blijft daarbij echter wel verantwoordelijk voor een correcte uitvoering van de beoordeling.

De beoordeling en meting wordt op deskundige wijze voorbereid en met passende tussenpozen uitgevoerd. Een aanleiding om een beoordeling opnieuw uit te voeren is bijvoorbeeld het veranderen van een werkmethode, het uitvoeren van een verbouwing, de aanschaf van nieuwe arbeidsmiddelen of het ontstaan van trillinggerelateerde klachten bij werknemers.

- *Nemen van maatregelen ter voorkoming of vermindering van de blootstelling*

Als uit de beoordeling blijkt dat er werknemers blootgesteld worden aan trillingniveaus boven de actiewaarden, dan is de werkgever verplicht een programma van technische en/of organisatorische maatregelen op te stellen en uit te voeren, om de blootstelling van de werknemers en de daarmee gepaard gaande risico's tot een minimum te beperken.

In de richtlijn staan de belangrijkste aandachtspunten opgesomd waarmee in het

programma van maatregelen rekening gehouden moet worden, met het oog op het verminderen van de trillingbelasting.

Zo moet – indien mogelijk uiteraard – aandacht worden besteed aan alternatieve werkmethoden, de keuze van de juiste arbeidsmiddelen, het gebruik van hulpmiddelen, het ontwerp van de werkplek, het juiste onderhoud van arbeidsmiddelen en werkplek, voorlichting en opleiding over het juiste gebruik van de arbeidsmiddelen, beperking van de duur en de intensiteit van de blootstelling, passende werkschema's met voldoende rustmogelijkheden en het verschaffen van kleding die beschermt tegen koude en vocht.

– *Voorlichting en opleiding van de werknemers*

Naast de al genoemde voorlichting over het juiste gebruik van arbeidsmiddelen, en naast de algemene voorlichtings- en opleidingsplicht die de werkgever al heeft op grond van de kaderrichtlijn, zal de werkgever ook nog andere specifieke informatie aan zijn werknemers moeten verstrekken. Zo moet hij onder meer voorlichting geven over de grenswaarden en actiewaarden voor blootstelling, informatie verstrekken over de resultaten van de beoordelingen en metingen op grond van deze richtlijn en de gezondheidsschade die de gebruikte arbeidsmiddelen kunnen veroorzaken, inzicht geven in het programma van maatregelen dat is opgesteld om de risico's weg te nemen of te verminderen, en opleiding geven over veilige werkmethoden om de blootstelling aan trillingen tot een minimum te beperken.

– *Raadpleging en deelneming van werknemers*

De werkgever is verplicht om de werknemers en/of hun vertegenwoordigers te raadplegen en te laten deelnemen in aangelegenheden aangaande deze richtlijn. Dit is geen nieuwe verplichting, maar een herhaling van een verplichting die al bestaat volgens de kaderrichtlijn.

### *Gezondheidstoezicht*

De richtlijn bevat ook nog een aantal extra bepalingen voor gezondheidstoezicht, naast de algemene bepalingen voor gezondheidstoezicht die al door de kaderrichtlijn worden geregeld. Het gezondheidstoezicht is met name bedoeld om preventie te bevorderen en beginnende aandoeningen die het gevolg zijn van blootstelling aan trillingen, in een vroegtijdig stadium op te sporen.

Als bij een werknemer een ziekte of schadelijke invloed op de gezondheid wordt vastgesteld, die het gevolg is van blootstelling aan trillingen op het werk, worden zowel werknemer als werkgever daarover ingelicht, die laatste met inachtneming van het medisch geheim. De werkgever moet in dat geval een aantal maatregelen nemen: hij beoordeelt opnieuw de risico's en herzielt de maatregelen die hij heeft genomen op grond van het programma dat hij had opgesteld om de risico's weg te nemen of te beperken. Zo nodig zorgt hij voor ander werk voor de betrokken werknemer, waarbij geen blootstellingsrisico meer bestaat. Bovendien zorgt hij voor permanent gezondheidstoezicht voor de betrokken werknemer en laat hij de gezondheidstoestand onderzoeken van alle andere werknemers die op soortgelijke wijze zijn blootgesteld.

Verder verplicht de richtlijn tot het aanleggen en bijhouden van individuele medische dossiers, en wordt verlangd dat deze dossiers worden bewaard voor latere raadpleging.

Werknemers die worden blootgesteld aan trillingen boven de actieniveaus, hebben, volgens de richtlijn, in ieder geval recht op passend gezondheidstoezicht. Voor Nederland levert dat geen nieuwe situatie op: elke werknemer heeft immers volgens de arbowet de gelegenheid periodiek een gezondheidsonderzoek te ondergaan, dat erop gericht is om risico's in verband met de arbeid zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken.

### *Overige bepalingen: overgangsperiodes en afwijkingen*

Het onderwerp trillingen is nieuw in de wetgeving van de meeste lidstaten. Dat betekent dat niet alleen de overheid, maar ook het bedrijfsleven tijd gegund moet worden om de juiste maatregelen voor te bereiden. De eerste ruimte wordt verkregen door de implementatietermijn. Na de vaststelling van de richtlijn, in juni 2002, hebben de lidstaten nog drie jaar de tijd gekregen om de richtlijn in de eigen wetgeving te implementeren. In die periode kan het bedrijfsleven zich al terdege voorbereiden op wat komen gaat. Niettemin heeft de Raad het wenselijk geacht om een overgangsperiode in te bouwen voor arbeidsmiddelen die “voor 6 juli 2007 ter beschikking van de werknemers zijn gesteld en waarbij de grenswaarde voor blootstelling gezien de laatste technische ontwikkelingen en/of ondanks de uitvoering van organisatorische maatregelen niet in acht genomen kunnen worden”. Voor die middelen hebben de lidstaten de mogelijkheid om – na raadpleging van de sociale partners – ten hoogste tot 6 juli 2010 de *grenswaarden* nog niet van toepassing te verklaren. De *actiewaarden* en alle verplichtingen die daaruit voortvloeien blijven daarbij onverminderd van kracht. Voor arbeidsmiddelen in de landbouw en bosbouw is zelfs een overgangsperiode tot uiterlijk 6 juli 2014 mogelijk.

Wanneer het “gezien de stand van de techniek en de specifieke kenmerken van de arbeidsplaats, ondanks de uitvoering van technische en/of organisatorische maatregelen, niet mogelijk is de grenswaarde voor blootstelling in acht te nemen” mogen de lidstaten voor de sectoren luchtvaart en zeevaart in naar behoren gerechtvaardigde omstandigheden eveneens afwijken van de gestelde *grenswaarde voor lichaamstrillingen*. Die afwijking geldt ook hier niet voor de actiewaarden, en ook niet voor hand-armtrillingen. Ook hierbij geldt dat de sociale partners vooraf moeten worden geraadpleegd.

### **Implementatie in de Nederlandse wetgeving**

De bepalingen voor trillingen op het werk zijn nieuw voor Nederland. De richtlijn zal worden opgenomen in het Arbobesluit, op vergelijkbare wijze als de bestaande bepalingen voor bijvoorbeeld schadelijk geluid. De bepalingen voor gezondheidstoezicht, voorlichting, onderricht en raadpleging en overleg zijn al voor een deel, voor zover het de meer algemene zaken betreft, in de Nederlandse wetgeving opgenomen. Specifieke bepalingen gericht op trillingen zullen moeten worden aangevuld.

Uiteindelijk zal op uiterlijk 6 juli 2005 de Nederlandse wetgeving voor trillingen op het werk een feit moeten zijn.

***Paul L. H. Schuurmann***

-----  
Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid  
Directie Arbeidsveiligheid en -Gezondheid (A&G)  
Afdeling Werk en Belasting (W&B)  
Wilhelmina van Pruisenweg 104  
2595 AN Den Haag  
E pschuurmann@minszw.nl

Kader 7:

### **Trillingsbronnen per beroepsgroep: hand-arm trillingen**

Overzicht van beroepsgroepen met hand-armtrillingen en de gebruikte machines of gereedschappen. De belasting kan variëren van verwaarloosbaar tot zeer ernstig, afhankelijk van het werktuig en de tijdsduur dat hiermee gewerkt wordt (Bron: D. van Drimmelen, 1989)

| <b>Beroep</b>                        | <b>Machine of werktuig</b>   |
|--------------------------------------|--|
| Apparatenbouwer                      | slagmoersleutel  |
| Automonteur                          | slijp- en schuurgereedschap, slagmoersleutel   |
| Betonmaker en –bewerker              | trilgoot, triltafel, trilnaald, sloop-, bik- en hakhamer, nietpistool, betonschuur-, betonslijp en betonpolijstmachine, betonzaag, bouchardeerhamer  |
| Bollenkweker                         | één-assige trekker   |
| Bos- park-, landschapsonderhoud      | heggenschaar, snoeischaar, motorkettingzaag, één-assige trekker, bladblazer, kankerfrees   |
| Bosarbeider                          | motorkettingzaag, bosmaaier, snoeischaar, grondboormachine, één-assige trekker   |
| Bouwvakker                           | trilplaat, trilwals, boormachine, slagboormachine, cirkelzaag, sloop-, bik, boor-, breek- en hakhamer, trilnaald, schuur-, slijp- en polijstmachine, nietpistool, spijkerpistool, bekrachtigde schroevendraaier, schaafmachine, freesmachine, decoupeerzaag, reciprozaag, boorschroevendraaier, glas- en tegelsnijder, asfaltzaag, betonzaag, metaalzaag, grondboormachine |
| Confectiemedewerker                  | naaimachine, weefmachine, breimachine  |
| Draaier                              | freesmachine, draaibank  |
| Drukker/zetter                       | zetmachine   |
| Fruitteler                           | snoeischaar, motorkettingzaag, éénassige trekker, gewasspuitgereedschap, kankerfrees   |
| Glaszetter, medewerker glasindustrie | glas- en tegelsnijder, slijpgereedschap  |
| Griendwerker                         | motorkettingzaag, bosmaaier, snoeischaar, grondboormachine, éénassige trekker  |
| Houtbewerker                         | cirkelzaag, schuurmachine, freesmachine, decoupeerzaag, reciprozaag-, houtboormachine, motorkettingzaag, nietpistool, spijkerpistool, boorschroevendraaier   |
| Hovenier                             | heggenschaar, snoeischaar, motorkettingzaag, maaimachine, éénassige trekker, bosmaaier, spuitgereedschap, bladblazer (rug)   |
| Inpakker                             | nietpistool  |
| Kleermaker                           | naaimachine  |
| Kunstofindustriemedewerker           | zie metaalbewerker en overlader  |
| Metaalarbeider                       | knabbelschaar, plaatschaar, roterende schaar, metaalzaag, draaibank, stansmachine, persmachine, slijp-, schuur- en polijstmachine, bikhamer, naaldenbikker, graveerpen, boormachine, klinkhamer, hakhamer, afvlamlans  |
| Metselaar                            | handmengmachine  |

|  |   |
|--|---|
| Meubelmaker                            | cirkelzaag, moterkettingzaag, feesmachine, decoupeerzaag, reciprozaag, houtboormachine, nietpistool, spijkerpistool, boorschroevendraaier   |
| Natuursteenwerker                      | zie steenhouwer, steenbewerker  |
| Nutsbedrijf                            | sloophamer, hakhamer, metaalzaag, boorschroevenmachine, slagmoersleutel   |
| Onderhoudsmonteur                      | diverse pneumatisch, elektrisch of hydraulisch aangedreven gereedschappen of werktuigen   |
| Opticien                               | slijpmachine  |
| Ovenlader, ovenbikker, giethalarbeider | bik-, hak- en sloophamer  |
| Plantsoenendienst                      | éénassige trekker, motorkettingschaar, bosmaaier, heggenschaar, maaimachine, bladenblazer   |
| Productiemedewerker                    | schroevendraaier, boorschroevendraaier, trilgoot, stansmachines, verpakkingsmachines, slagmoersleutel, slijp- en schuurmachines, stofzuiger met motor onder handvat                         |
| Railbouwer, -onderhoud                 | trilstamper, steenslaghamer, stophamer, trilplaat   |
| Scheepsbouwer of –reparateur           | naaldenbikker, bikhamer, boormachine, klinkhamer, slijp-, schuur- en polijstgereedschap, slagmoersleutel, knabbelschaar, plaatschaar, roterende schaar, metaalzaag, draaibank, stansmachine |
| Schilder                               | slijp-, schuur- en spuitgereedschap   |
| Schoenmaker, -industrie                | aanklopmachine, slijp- en schuurmachine, naaimachine  |
| Slachter (vleeswarenindustrie)         | slijptol  |
| Steenhouwer, -bewerker                 | slijpmachine, boormachine, hakhamer, bikhamer, polijstmachine, schuurmachine  |
| Stratenmaker                           | trilplaat, trilwals, sloop- en hakhamer   |
| Stukadoor                              | spuitgereedschap  |
| Tandarts, -technicus                   | boormachine   |
| Tegelzetter                            | glas- en tegelsnijder, elektrische hakhamer   |
| Textielarbeider                        | naaimachine, weefmachine, breimachine   |
| Timmerman                              | spijkerpistool, nietpistool, diverse zagen  |
| Vliegtuigbouwer                        | klinkhamer, klinkrevolver, tegenhouder  |
| Vloerenlegger                          | boormachine   |
| Voeger                                 | polijst- en schuurmachine, trilnaald  |
| Wegenbouwarbeider                      | slijpmachine, hakhamer  |
|  | trilwals, trilplaat, sloophamer, wegenmol   |

Meer weten? Kijk voor trillingswaarden op <http://umetech.niwl.se/vibration/>

## Beoordelingsmodellen trillingen

Wendel Post, arbeidshygiënist *Arbo* Unie BV, vestiging Gouda

---

Correspondentieadres:

Discussie@nvva.nl (meld je aan via de website als je dat nog niet gedaan hebt!)

Bij het uitwerken van de praktijkcases in deze nieuwsbrief liep ik tegen het feit aan we voorheen andere waarden hanteerden voor de gezondheidsgrens, actiegrens en grenswaarde bij de beoordeling van trillingsbelasting. Dit vanwege het feit dat op dat moment in de literatuur andere waarden genoemd werden dan uiteindelijk in de Europese Richtlijn Trillingen zijn opgenomen. De 'oorspronkelijke' normen waren strenger dan de normen die volgens de Richtlijn Trillingen gelden. Paul Schuurmann noemt in zijn artikel al dat de grenswaarden idealiter zouden moeten samenvallen met blootstellingswaarden die gezondheidkundig gezien geen risico meer kunnen opleveren voor een werknemer. De redenen waarom dat in de Europese Richtlijn Trillingen niet het geval is noemt Paul Schuurmann eveneens in zijn artikel.

### GEZONDHEIDSGRENZEN

Epidemiologisch onderzoek naar lichaamstrillingen wijst in de richting van een waarde van omstreeks  $0,25 \text{ m/s}^2$  als gezondheidsgrens. Bij blootstelling boven deze waarde worden de risico's voor het ontstaan van nadelige gezondheidseffecten bij een toename van de trillingssterkte snel groter. Bij ongeveer  $0,5 \text{ m/s}^2$  is het zelfs zeer waarschijnlijk dat na verloop van tijd gezondheidsschade optreedt.

Algemeen wordt aangenomen dat de veilige grens voor een effectieve dagelijkse blootstellingsduur van acht uur aan hand-armtrillingen bij een trillingssterkte van ongeveer  $1$  à  $1,5 \text{ m/s}^2$  ligt.

### TRILLINGSRICHTLIJN

De uiteindelijke normen voor dagelijkse blootstelling uit de Trillingsrichtlijn zijn als volgt:

|             | Lichaamstrillingen  | Handarmtrillingen   |
|-------------|---------------------|---------------------|
| Actiewaarde | $0,5 \text{ m/s}^2$ | $2,5 \text{ m/s}^2$ |
| Grenswaarde | $0,7 \text{ m/s}^2$ | $5 \text{ m/s}^2$   |

De genoemde normen gelden voor een blootstelling gedurende 8 uur per dag.



## BEOORDELINGSMODELLEN OP GROND VAN DE TRILLINGSRICHTLIJN

Bij een kortere blootstelling leidt een grotere trillingsbelasting tot een even groot risico. Daarbij geldt als regel dat bij een verdubbeling van de trillingssterkte een even groot risico optreedt als bij een viermaal zo korte blootstellingsduur. Of, anders gezegd, bij een tweemaal zo korte blootstellingsduur mag de trillingssterkte een factor  $\sqrt{2}$  maal zo groot zijn.

Op grond van de in de tabel genoemde actie- en grenswaarden en deze vuistregel kan een stoplichtmodel worden opgesteld.

**TABEL 1. STOPLICHTMODEL VOOR LICHAAMSTRILLINGEN**

| Trillingssterkte<br>(a)            | Dagelijkse blootstellingsduur |        |        |        |        |        |
|------------------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                    | 8                             | 4      | 2      | 1      | 0,5    | 0,25   |
| $<0,50 \text{ m/s}^2$              | groen                         | groen  | groen  | groen  | groen  | groen  |
| $0,5 \leq a < 0,71 \text{ m/s}^2$  | oranje                        | groen  | groen  | groen  | groen  | groen  |
| $0,71 \leq a < 1,00 \text{ m/s}^2$ | oranje                        | oranje | groen  | groen  | groen  | groen  |
| $1 \leq a < 1,15 \text{ m/s}^2$    | oranje                        | oranje | oranje | groen  | groen  | groen  |
| $1,15 \leq a < 1,41 \text{ m/s}^2$ | rood                          | oranje | oranje | groen  | groen  | groen  |
| $1,41 \leq a < 1,63 \text{ m/s}^2$ | rood                          | oranje | oranje | oranje | groen  | groen  |
| $1,63 \leq a < 2,00 \text{ m/s}^2$ | rood                          | rood   | oranje | oranje | groen  | groen  |
| $2,00 \leq a < 2,30 \text{ m/s}^2$ | rood                          | rood   | oranje | oranje | oranje | groen  |
| $2,30 \leq a < 2,83 \text{ m/s}^2$ | rood                          | rood   | rood   | oranje | oranje | groen  |
| $2,83 \leq a < 3,25 \text{ m/s}^2$ | rood                          | rood   | rood   | oranje | oranje | oranje |
| $3,25 \leq a < 4,60 \text{ m/s}^2$ | rood                          | rood   | rood   | rood   | oranje | oranje |
| $4,60 \leq a < 6,51 \text{ m/s}^2$ | rood                          | rood   | rood   | rood   | rood   | oranje |
| $\geq 6,51 \text{ m/s}^2$          | rood                          | rood   | rood   | rood   | rood   | Rood   |

**TABEL 2. STOPLICHTMODEL VOOR HANDARMTRILLINGEN**

| Trillingssterkte<br>(a)    | Dagelijkse blootstellingsduur (uur) |        |        |        |        |        |
|----------------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                            | 8                                   | 4      | 2      | 1      | 0,5    | 0,25   |
| $<2,5 \text{ m/s}^2$       | groen                               | groen  | groen  | groen  | groen  | groen  |
| $2,5 \leq a < 3,54$        | oranje                              | groen  | groen  | groen  | groen  | groen  |
| $3,54 \leq a < 5,00$       | oranje                              | oranje | groen  | groen  | groen  | groen  |
| $5,00 \leq a < 7,07$       | rood                                | oranje | oranje | groen  | groen  | groen  |
| $7,07 \leq a < 10,00$      | rood                                | rood   | oranje | oranje | groen  | groen  |
| $10,00 \leq a < 14,15$     | rood                                | rood   | rood   | oranje | oranje | groen  |
| $14,14 \leq a < 20,00$     | rood                                | rood   | rood   | rood   | oranje | oranje |
| $20,00 \leq a < 28,28$     | rood                                | rood   | rood   | rood   | rood   | oranje |
| $\geq 28,28 \text{ m/s}^2$ | rood                                | rood   | rood   | rood   | rood   | rood   |

In het stoplichtmodel geldt dat met ‘rood’ overschrijdingen van de grenswaarden wordt aangegeven. Indien de waarden voor het trillingsniveau boven de grenswaarde ligt zijn op langere termijn zeker gezondheidseffecten te verwachten bij een aantal werknemers. Verbeteringen moeten doorgevoerd worden. ‘Oranje’ geeft de overschrijdingen van de actiewaarden aan. Indien de waarde voor het trillingsniveau boven de actiewaarde ligt dan zijn gezondheidseffecten na langdurige blootstelling niet uit te sluiten. Aandacht voor mogelijkheden ter verbetering van de blootstelling worden van de werkgever verwacht. Bij ‘groen’ voldoen de situaties aan de normering uit de Europese richtlijn.

#### **GROEN BETEKENT NIET AUTOMATISCH VEILIG**

Ik ben een voorstander van de systematiek van stoplichtmodellen, onder andere bekend uit het Handboek Lichamelijk Belasting. Dit is voor een ieder duidelijk. Bij rood ‘stoppen’, bij oranje ‘stoppen tenzij dat niet meer kan’ en bij groen ‘doorgaan’. Hoe dat in de praktijk gaat weten we ook. Een aantal personen rijdt, willens en weten, door rood. In veel gevallen vinden we dat we bij ‘oranje’ niet kunnen stoppen en gaan we door. En bij groen, nou ja, da’s duidelijk.

De stoplichtmodellen bij de inventarisatie van lichamelijke belasting werken volgens een gelijk principe (zowel in de beoordeling als in de wijze waarop bij de uikomst wordt gereageerd). Hierbij geldt dat met ‘rood’ de echte knelpunten zijn aangegeven, met ‘oranje’ de mogelijke knelpunten die aandacht behoeven en met ‘groen’ de situaties waarvan gerust kan worden aangenomen dat er geen sprake is van een noemenswaardig risico. Dus bij rood stoppen, actie om knelpunt aan te pakken is noodzakelijk, bij oranje stoppen (tenzij niet anders kan), actie op knelpunt aan te pakken is gewenst en bij groen doorgaan, geen actie nodig.

Bij het opstellen van het stoplichtmodel voor trillingen gebaseerd op de Europese Richtlijn heb ik de waarde van actiewaarde gebruikt voor de grens tussen groen en oranje. De waarde van de grenswaarde vormde de grens tussen oranje en rood. Doordat de actiewaarde en grenswaarde niet geheel in de pas lopen met de gezondheidskundige grenzen is de interpretatie van het stoplichtmodel niet zoals hierboven aangegeven. In principe komt het erop neer dat ‘rood’ de overschrijdingen van de grenswaarden aangeeft, ‘oranje’ geeft de overschrijdingen van de actiewaarden aan en bij ‘groen’ voldoen de situaties aan de normering uit de Europese richtlijn.

Oranje houdt in dit geval niet in dat er sprake is van een mogelijk risico. Immers de grens ligt boven de gezondheidskundige grens. En groen zegt in dit geval niet dat er geen sprake is van een noemenswaardig risico. Ik vraag me af hoe je als arbeidshygiënist hier in de praktijk mee om moet gaan? Is het verstandig om het stoplicht model te baseren op de normen uit de Trillingsrichtlijn in plaats van de gezondheidsgrenzen? Of ben je roomser dan de paus bezig wanneer je je baseert op bijvoorbeeld de gezondheidsgrens voor de beoordeling van trillingen?

## GEZONDHEIDSKUNDIG TOEZICHT

Een tweede gevolg van de trillingsrichtlijn is het gezondheidskundige toezicht. Bij een trillingsbelasting boven de actiewaarde stelt de Europese richtlijn dat er medisch toezicht gehouden dient te worden met oog op de mogelijke gevolgen van de trillingsbelasting.

Paul Schuurmann stelt dat voor Nederland dit geen nieuwe situatie op levert: elke werknemer heeft immers volgens de Arbo-wet de gelegenheid periodiek een gezondheidsonderzoek te ondergaan, dat erop gericht is om risico's in verband met de arbeid zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken.

Het PAGO Trillingen staat (nog) niet in het lijstje verplichte PAGO's (jeugdigen, nachtdienst, kankerverwekkende stoffen en processen, vinylchloride monomeer, asbest, lood, biologische agentia, gezichtsvermogen bij beeldschermwerk en audiometrie).

Bij de invoering van de Trillingsrichtlijn moet in de advisering van de Arbo-diensten ook het PAGO advies worden opgenomen. Gebaseerd op de streefwaarden voor werktuigen en machines genoemd in het Handboek Fysieke Belasting moet een PAGO advies worden gegeven aan (groepen) medewerkers die per dag langer met de genoemde werktuigen of machines werken dan de in onderstaande tabel vermelde blootstellingsduur.

|                               | <b>Richtwaarde<br/>trillingssterkte<br/>(in m/s<sup>2</sup>)</b> | <b>Aanvaardbare<br/>blootstellingsduur<br/>(in uur/dag)</b> |
|-------------------------------|--|---|
| <b>Lichaamstrillingen</b>     |  |   |
| <b>Soort voertuig</b>         |  |   |
| Bestelwagen                   | 0,6  | 4 uur   |
| Bulldozer                     | 1,2  | 1 uur   |
| Graafmachine                  | 1,2  | 1 uur   |
| Landbouwtrekker               | 1,1  | 1 uur   |
| Locomotief                    | 0,3  | 8 uur   |
| Maaaimachine                  | 0,8  | <2 uur  |
| Portaalkraan                  | 0,5  | <8 uur  |
| Trekker met oplegger          | 0,8  | <2 uur  |
| Vorkheftruck                  | 1,4  | ½ uur   |
| Vrachtwagen                   | 0,8  | <2 uur  |
| Wiellader                     | 1,6  | ½ uur   |
| <b>Hand-armtrillingen</b>     |  |   |
| <b>Soort machine/apparaat</b> |  |   |
| Betontrilnaald                | 4  | 2 uur   |
| Bosmaaier                     | 8  | ½ uur   |
| Breekhamer                    | 17   | <¼ uur  |

|                                    | <b>Richtwaarde<br/>trillingssterkte<br/>(in m/s<sup>2</sup>)</b> | <b>Aanvaardbare<br/>blootstellingsduur<br/>(in uur/dag)</b> |
|------------------------------------|--|---|
| Eenassige balk-maaimachine         | 6  | 1 uur   |
| Elektrische boorhamer              | 14   | 1/4 uur   |
| Grondtrilplaat                     | 9  | 1/2 uur   |
| Grondverdichtingsstamper           | 30   | <1/4 uur  |
| Handslijpmachine                   | 7  | 1 uur   |
| Klinkhamer                         | 11   | 1/4 uur   |
| Motorkettingzaag                   | >20  | 1/4 uur   |
| Motorkettingzaag<br>(trillingsarm) | 13   | 1/4 uur   |
| Slagmoersleutel                    | 8  | 1/2 uur   |

PAGO trillingen worden, bij mijn weten, niet of beperkt uitgevoerd. Dus ik denk dat het wel enigszins een nieuwe situatie oplevert, aangezien in de praktijk de actiegrenzen (en zelfs de grenswaarden) in talloze situaties vergaand worden overschreden. Het PAGO trillingen zal volgens mij een behoorlijk impact hebben. Mogelijk zal dit het antwoord zijn op de eerder gestelde vraag hoe om te gaan met de discrepantie tussen de Trillingsrichtlijn en de gezondheidsgrenzen. Het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten stelt in ieder geval dat het medisch toezicht ertoe zal leiden dat de blootstelling beter gekarakteriseerd zal worden en preventie en vroeg-diagnostiek gestimuleerd zullen worden.

# Beoordeling van de blootstelling aan trillingen

Karel Witters, arbeidshygiënist *Arbo* Unie BV, vestiging Gouda

---

Correspondentieadres:

Karel Witters

*Arbo* Unie BV

Postbus 206

2800 AE Gouda

k.witters@midned-go.arbounie.nl

## INLEIDING

In de RI&E voor een facilitair bedrijf van een grote instelling is geconstateerd dat de medewerkers bij de afdeling Groen blootgesteld worden aan trillingen. Voor beide onderwerpen geldt een nadere inventarisatieverplichting waarin de mate en duur van de blootstelling beoordeeld moeten worden. Het hoofd van het Facilitair Bedrijf heeft de Arbo-dienst de opdracht gegeven deze beoordeling uit te voeren.

Het doel van het onderzoek is het beoordelen van de mate en duur van de blootstelling aan en trillingen. Concreet moeten de volgende vragen beantwoord worden:

- Welke wettelijke bepalingen ten aanzien van blootstelling aan trillingen zijn van toepassing?
- Aan welke trillingsniveaus worden de medewerkers blootgesteld?
- Welke maatregelen kunnen worden getroffen om de trillingsbelasting, indien nodig, te verlagen?

## ONDERZOEKSOPZET

In de literatuur zijn vanuit eerdere onderzoeken veel gegevens bekend over de trillingsbelasting van diverse machines en functies. Bovendien zijn fabrikanten van machines verplicht om de trillingniveaus in de technische specificaties op te nemen. Het meten van de trillingen is daarom niet nodig voor de beoordeling van bij de afdeling Groen.

In het onderzoek zijn allereerst de mogelijke bronnen van schadelijke trillingen vastgesteld. In gesprekken met medewerkers is de blootstellingsduur vastgesteld en is medewerkers gevraagd naar de door hen ervaren mate van belasting.

De trillingsbelasting is beoordeeld door een schatting te maken van de trillingsbelasting aan de hand van referentiewaarden over trillingsproductie van machines en apparaten die lichaamstrillingen of hand-armtrillingen veroorzaken. Hierbij is uitgegaan van de richtwaarde van een machine of apparaat. De richtwaarde ligt tussen de gemiddelde en maximale trillingssterke van het apparaat of de machine.

De geschatte trillingsbelasting en blootstellingsduur zijn vergeleken met de waarden in beoordelingsmodellen voor een beoordeling van de ernst van de trillingsblootstelling.

## NORMEN EN BEOORDELINGSMODELLEN

In de Arbowet zijn algemene bepalingen opgenomen in verband met gezondheidseffecten van fysieke belasting. In de wet zijn geen grenswaarden opgenomen op het gebied van lichaamstrillingen. In april 2002 is door de Europese Commissie een richtlijn met minimumvoorschriften ter bescherming van werknemers tegen de schadelijke invloed van trillingen op de gezondheid aangenomen. Deze richtlijn bevat de volgende normen voor toelaatbare trillingssterktes:

| Tabel 1: Toelaatbare trillingssterktes uit Europese richtlijn. |                      |                      |
|--|----------------------|----------------------|
|  | Lichaamstrillingen   | Handarmtrillingen    |
| Actiewaarde  | 0,5 m/s <sup>2</sup> | 2,5 m/s <sup>2</sup> |
| Grenswaarde  | 0,7 m/s <sup>2</sup> | 5 m/s <sup>2</sup>   |

De grenswaarde mag niet overschreden worden. Bij een vermoedelijke blootstelling aan trillingen boven de actiewaarde worden van de werkgever maatregelen om de trillingsbelasting te verminderen verwacht.

Genoemde grenswaarden gelden voor een blootstelling gedurende 8 uur per dag. Bij een kortere blootstelling leidt een grotere trillingsbelasting tot een even groot risico.

## RESULTATEN

### LICHAAMSTRILLINGEN

#### Trillingsbronnen

De medewerkers van de afdeling Groen hebben de beschikking over 2 trekkers van de merken Schanzlin en Renault. De stoel van de Schanzlin is defect; de veerinstelling werkt niet goed en het zitvlak helt naar links. De stoel van de Renault is voorzien van vering en wordt beoordeeld als redelijk. De medewerkers geven aan dat verdeeld over de gehele dag maximaal 1 uur per dag op de trekkers gewerkt wordt.

#### Trillingsniveaus

In de literatuur zijn voor een landbouwtrekker de volgende trillingsniveaus bekend:

| Tabel 3: Literatuurwaarde landbouwtrekker |                                       |                                     |                                  |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Soort voertuig                            | Gemiddelde waarde (m/s <sup>2</sup> ) | Maximale waarde (m/s <sup>2</sup> ) | Streefwaarde (m/s <sup>2</sup> ) |
| Landbouwtrekker                           | 0,8                                   | 1,9                                 | 1,1                              |

#### Beoordeling lichaamstrillingen

Gebaseerd op de richtwaarde van 1,1 worden, bij een blootstellingsduur van 1 uur per dag, de grenswaarde en actiewaarde voor lichaamstrillingen uit de Europese richtlijn niet overschreden.

Gezien de slechte staat van de stoel van de Schanzlin wordt het trillingsniveau in de Schanzlin beoordeeld als rood.

#### Aanbeveling

Plaats een nieuwe stoel in de trekker. Kies voor een stoel met een instelbare vering.

#### HAND-ARMTRILLINGSBRONNEN

##### Trillingsbronnen

De medewerkers van de afdeling Groen werken met een bosmaaier, motorzagen, motorheggenzaag, stoksnoeizaag en bladblazers. Veel van de gereedschappen worden door de medewerkers dagelijks gebruikt. Het komt regelmatig voor dat een gereedschap de gehele dag gebruikt wordt. Met name de motorzagen, motorheggenschaar en de bladblazers worden door de medewerkers langdurig gebruikt. De ervaring leert dat op een gemiddelde werkdag een gereedschap niet meer dan 4 uur per dag daadwerkelijk gebruikt wordt. De overige tijd wordt gebruikt voor opruimen, afvoer van materiaal, pauze et cetera.

##### Trillingsniveaus

In de technische specificaties zijn voor de aanwezige handgereedschappen de trillingsniveaus opgegeven. De trillingsniveaus zijn opgegeven voor de linker- en rechterhand, bij stationair lopen en hoog toeren. In de volgende tabel is steeds de hoogst opgegeven versnelling weergegeven.

| Omschrijving                         | Versnelling in m/s <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Bosmaaier (Husqvarna 250R)           | 4,4                             |
| Grote motorzaag (Husqvarna 262 XP)   | 10*                             |
| Kleine motorzaag (Husqvarna 335 XPT) | 6,3                             |
| Motorheggenzaag (Tanaka THT-210)     | 4,2                             |
| Stoksnoeizaag (Husqvarna 325 P4)     | 7,5                             |
| Bladblazer (rug) (Echo PB-6000)      | onbekend                        |
| Bladblazer (kar) (Parker)            | 12,0                            |

\*) Literatuurwaarde, van dit gereedschap was geen specificatie beschikbaar.

##### Beoordeling hand-armtrillingen

Op grond van de technische specificaties en een blootstellingsduur van 4 uur is de beoordeling van de hand-armtrillingen als volgt. In de laatste kolom van de tabel staat de aanvaardbare belastingsduur waarbij de actiegrens uit de Europese Richtlijn niet wordt overschreden.

| Omschrijving                         | Beoordeling, bij 4 uur blootstelling | Aanvaardbare belastingsduur |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Bosmaaier (Husqvarna 250R)           | Oranje                               | < 2 uur                     |
| Grote motorzaag (Husqvarna 262 XP)   | Rood                                 | < 15 min                    |
| Kleine motorzaag (Husqvarna 335 XPT) | Oranje                               | < 1 uur                     |
| Motorheggenzaag (Tanaka THT-210)     | Oranje                               | < 2 uur                     |
| Stoksnoeizaag (Husqvarna 325 P4)     | Rood                                 | < 30 min                    |
| Bladblazer (rug) (Echo PB-6000)      | -                                    | -                           |
| Bladblazer (kar) (Parker)            | Rood                                 | < 15 min                    |

Op basis van de resultaten wordt geconcludeerd dat de aanvaardbare belastingsduur van de verschillende apparaten regelmatig wordt overschreden.

Samenvattend wordt geconcludeerd dat de blootstelling aan hand-armtrillingen een belangrijk risico vormt voor de medewerkers; gezondheidseffecten op de lange termijn kunnen niet worden uitgesloten.

#### **Aanbeveling**

Er worden de volgende aanbevelingen gegeven:

#### **Beleidsmatige adviezen**

- Geef duidelijke instructies voor het juiste gebruik van de apparatuur;
- Voorkom zo veel mogelijk dat de medewerkers langdurig met de apparatuur moeten werken. Onderzoek welke mogelijkheden hiervoor zijn. Denk bijvoorbeeld aan taakrotatie en de inzet van extra personeel.
- Ga na of het gevoerde onderhoudsschema overeenkomstig de aanwijzingen van de fabrikant is. In het onderhoud moet met name aandacht zijn voor tijdige vervanging van de rubbers en lagers.
- Kies altijd voor de werkwijze of het gereedschap met de laagste trillingsbelasting bij aanschaf van nieuwe apparatuur.

#### **Advies aan de medewerkers**

- Zorg dat de gebruikte messen, zaagbladen en kettingen altijd scherp zijn.
- Draag geschikte kleding waarin men droog blijft en waarin de lichaamstemperatuur op een aangenaam peil wordt gehouden. Met name de handschoenen zijn hierbij van belang; ga na of deze voldoende warm zijn.
- Laat het gereedschap het werk doen, houdt het werktuig zo licht mogelijk vast voorzover dit verenigbaar is met een veilige werkwijze en beheersing van het werktuig.
- Gebruik de diverse apparaten selectief, "het juiste gereedschap voor de juiste klus". Gebruik bijvoorbeeld niet de grote motorzaag als de klus ook met de kleine motorzaag gedaan kan worden.
- Rook niet of beperk het roken tot een minimum wanneer trillende apparatuur gebruikt wordt, daar nicotine de bloedstoevoer naar handen en vingers vermindert.
- Vraag medisch advies indien vingers blauw of wit worden of indien de vingers voor langere tijd tintelen of gevoelloos zijn.



# Vergelijkend onderzoek naar trillingsbelasting bij heftruckchauffeurs

Jody Schinkel, arbeidshygiënist (stagiair bij *Arbo Unie Gouda*, september – december 2003)  
Wendel Post, arbeidshygiënist *Arbo Unie BV*, vestiging Gouda

---

Correspondentieadres:

Wendel Post

*Arbo Unie BV*

Postbus 206

2800 AE Gouda

w.post@midned-go.arbounie.nl

## INLEIDING

Verschillende heftruckchauffeurs van een distributiecentrum ervaren hinder en rugklachten van trillingen en schokken tijdens het uitvoeren van hun werk. Één van de medewerkers had de rubbers onder de stoel vervangen door een ander soort rubbers. Door de heftruckchauffeurs werd dit als positief ervaren, de trillingsbelasting was naar hun idee lager en daarmee de vermoeidheid en klachten aan de rug eveneens. Echter, het leasebedrijf van de heftrucks gaf aan dat door wijzigingen in de constructie van de stoelen zij niet meer aansprakelijk gesteld konden worden indien er iets mis zou gaan met de stoelen en dit mogelijk tot een schade, gezondheidsschade of een ongeval zou leiden.

Aan de Arbo-dienst is gevraagd metingen uit te voeren naar de trillingsbelasting zowel bij de standaard rubbers als bij de andere rubbers onder de heftruckstoel.

De metingen naar de trillingsbelasting hadden als doel vast te stellen of het monteren van dempers onder de stoel van de heftruck tot een verlaging van de trillingsintensiteit leidt.

## METHODE

De trillingsbelasting is gemeten met de Bruël & Kjaer Modular Precision Sound Level Meter, type 2231, gecombineerd met de Human-vibration Unit, type 2522 en een triaxiale zittingversnellingsopnemer.

<<Invoegen foto Trillingsmeter>>

De trillingsmeting is uitgevoerd met een frequentieweging (1-80 Hz) overeenkomstig ISO 2631/1.

In ISO 2631 is een driedimensionaal assenstelsel, x, y en z, gedefinieerd waaraan de richting van de trillingen voor een staande, een zittende en een liggende persoon worden gerelateerd. Met de opnemer op de zitting van de heftruck geplaatst is de trillingsterkte gelijktijdig in de drie verschillende bewegingsrichtingen gemeten en is de vectorsom ( $a_{som}$ ) van de versnellingen in de drie bewegingsrichtingen bepaald. Het instrument was ingesteld op een gewogen meting voor

lichaamstrillingen (WB:WT) met een tijdconstante van 1 seconde. De geselecteerde eenheid van de meetresultaten was  $m/s^2$ .

Per meetsessie zijn drie metingen uitgevoerd. Hierbij werd door de chauffeur met dezelfde lading dezelfde route door het DC gereden. De chauffeur vertrok vanaf het startpunt om een pallet uit de stelling te halen, reed met de belading door het DC. Plaatste de lading op de grond en pakte deze weer op, om de pallet terug in de stelling te plaatsen. Daarna reed de chauffeur zonder lading terug naar het startpunt. De meter werd vlak voor vertrek en direct na terugkomst uitgezet.

De volgende rubbers werden onder de stoel gemonteerd (v.l.n.r. zachte rubbers, standaard rubbers en harde rubbers):

<<Invoegen foto Dempers>>

Per metingen zijn verschillende grootheden geregistreerd. Dit zijn onder meer:

- De absolute **piekwaarde** van de voorwaartse / achterwaartse bewegingen (de langs-richting, x), in zijwaartse bewegingen (de dwarsrichting, y) en op- en neergaande bewegingen (de verticale richting, z).
- De **trillingsintensiteit** (uitgedrukt als effectieve gewogen versnelling in  $m/s^2$ ) in x, y en z-richting en als vectorsom van de trillingen in de drie richtingen.

Een afgeleide grootheid is de **crestfactor**<sup>1</sup> wat het quotiënt is van de piekwaarde gedeeld door de effectieve versnelling (in x, y of z-richting).

## RISICOBEOORDELING

De volgende normen en richtlijnen worden gebruikt om de trillingsbelasting te beoordelen.

|                      | $a_{eq,z}$   | $a_{eq,som}$      | Piekwaarde/ $a_{eq}$ |
|----------------------|--------------|-------------------|----------------------|
| Normen / richtlijnen |              |                   |                      |
| • Vermoeidheidsgrens | 0,32 $m/s^2$ |                   |                      |
| • Actiegrens         |              | 0,5-1,15 $m/s^2$  |                      |
| • Grenswaarde        |              | $\geq 1,15 m/s^2$ |                      |
| • Crestfactor        |              |                   | <6                   |

<sup>1</sup> Indien de trillingsblootstelling gedeeltelijk bestaat uit blootstelling aan overgangstrillingen (kortdurende trillingen of schokken met een hoge intensiteit) dan komt dit in het algemeen nauwelijks tot uiting in de waarde voor de effectieve versnelling. Via de bepaling van de crestfactor wordt een indicatie verkregen voor het optreden van overgangstrillingen in het signaal. Overgangstrillingen kunnen regelmatig (periodiek) voorkomen door trillingen in het signaal, variërend voorkomen door grote verschillen in de intensiteit van de verschillende delen van een bewerking of werkzaamheden of 'toevallig' (random) optreden, zoals voorkomt bij het rijden over een drempel met een vorkheftruck. Is de crestfactor kleiner dan 6 dan is karakterisering van de trilling met behulp van de gewogen effectieve versnelling mogelijk. Bij een crestfactor groter dan 6 worden de effecten van de trillingen onderschat.

In onderstaande figuur staat de vectorsom van de gewogen versnellingen in de drie bewegingsrichtingen in  $m/s^2$  van alle negen metingen. De waarden variëren tussen  $1,15 m/s^2$  en  $1,28 m/s^2$ . Hieruit volgt dat twee van de drie metingen bij de heftruckstoel zonder rubbers (de zwarte balkjes) aan hogere kant dit bereik liggen. Twee van de drie metingen bij de heftruckstoel met zachte rubbers (de witte balkjes) liggen aan de lagere kant van het bereik. Echter, bij één meting bij de heftruckstoel zonder rubbers werd de op één na laagste trillingsbelasting gemeten. En bij één meting bij de heftruckstoel met zachte rubbers werd de op één na hoogste trillingsbelasting gemeten. De meetresultaten bij de heftruckstoel met zachte rubbers voor en stijve rubbers achter (gestreepte balkjes) liggen ertussen in.

<<Invoegen grafiek 'Gemiddelde effectieve versnelling per meting'>>

In de tabel staan de trillingsintensiteit in verticale richting, de vectorsom van de trillingsintensiteiten in de x, y en z-richting en de crestfactor. Bij de trillingsintensiteiten staat de gemiddelde intensiteit van de drie metingen per meetsessie. Bij de crestfactor is per meetsessie de gemiddelde waarde van de verhouding piekwaarde /  $a_{eq}$  in de x-richting, in de y-richting en in de z-richting bepaald.

<<invoegen tabel 1. Gemiddelde resultaten per meetsessie >>

Uit de figuur en tabel blijkt dat

1. De meetresultaten aan de heftruckstoel zonder rubbers, met zachte/stijve rubbers en met alleen zachte rubbers weinig uiteen lopen. De door de medewerkers ervaren vermindering van de trillingen en schokken wanneer de rubbers onder de stoel worden geplaatst wordt door de metingen niet aangetoond. De effectieve versnelling bedraagt in de drie trillingsrichtingen  $1,2 m/s^2$ .
2. De normen en richtlijnen worden overschreden:
  - De vectorsom van de gewogen versnelling onder alle drie omstandigheden hoger is dan de grenswaarden van  $1,15 m/s^2$ .  
Met een trillingsintensiteit gesommeerd over de drie richtingen van  $1,2 m/s^2$  wordt de grenswaarde voor lichaamstrillingen overschreden. Op de langere termijn zijn zeker gezondheidseffecten te verwachten bij een aantal werknemers. Dit betekent dat maatregelen getroffen moeten worden om de trillingsbelasting te verminderen.
  - De effectieve versnelling in de z-richting hoger is dan de vermoeidheidsgrens van  $0,32 m/s^2$  gedurende 8 uur. Wanneer de vermoeidheidsgrens wordt overschreden kan er sprake zijn van een verminderde taakuitoefening en is er een verhoogde kans op ongelukken.
3. De crestfactor bedraagt ongeveer 6 – 6,2. Er is dus sprake van overgangstrillingen in de belasting. Bij gemeten crestfactor is sprake van een onderschatting van de gewogen effectieve versnelling. De invloed van de overgangstrillingen op de gezondheid is nog niet duidelijk. In het algemeen wordt aangenomen dat blootstelling aan trillingen waarin overgangstrillingen met hoge piekwaarden voorkomen, een grotere schade aan de gezondheid veroorzaakt dan trillingsblootstelling aan trillingen met eenzelfde effectieve versnelling waarin geen overgangstrillingen voorkomen.

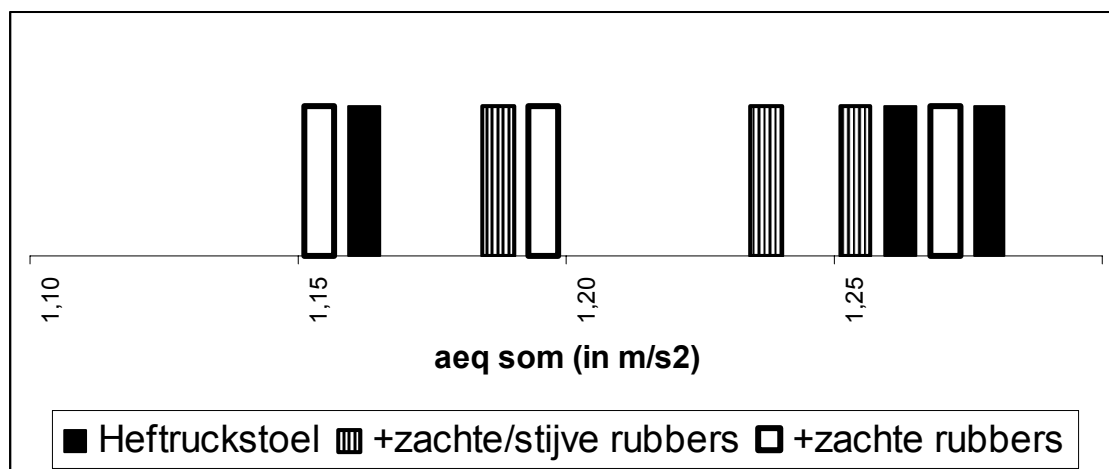
## CONCLUSIE

De vraagstelling van het bedrijf was het effect van de verschillende rubbers te meten. Van de rubbers is geen effect aangetoond, maar worden door de chauffeurs gevoelsmatig als een verbetering ervaren. Er is geen bezwaar de rubbers onder de stoelen te monteren. Een schadelijk effect daarvan op de stoel is onwaarschijnlijk.

Het onderzoek leidt tot de conclusie dat de trillingsbelasting in het DC te hoog ligt. Het monteren van andere rubbers die bij de metingen gebruikt zijn lijkt nagenoeg geen verschil te maken. Het bedrijf is geadviseerd om de maatregelen te treffen om de trillingsintensiteit terug te dringen volgens de regel van zeven en in volgorde van de arbeidshygiënische strategie. In onderstaand schema zijn de arbeidshygiënische strategie en de regel van zeven gecombineerd. Dit levert, in volgorde van voorkeur, een voorkeur in de volgorde van maatregelen op.

*<<Invoegen schema maatregelen om lichamelijke belasting door lichaamstrillingen te beperken >>*

Figuur 1 – Gemiddelde effectieve versnelling per meting



**TABEL 3. GEMIDDELDE RESULTATEN PER MEETSESSIE**

|   | $a_{eq,z}$ | $a_{eq,som}$ | Piekwaarde/ $a_{eq}$ |
|---|------------|--------------|----------------------|
| Effectieve versnelling (gemiddelde waarde uit 3 metingen) |            |              |                      |
| • Heftruckstoel   | 0,94       | 1,23         | 6,01                 |
| • Heftruckstoel + harde / zachte<br>rubbers               | 0,93       | 1,22         | 6,22                 |
| • Heftruckstoel + zachte rubbers                          | 0,92       | 1,20         | 5,97                 |

